

Aus der Hautklinik der Städtischen Kliniken in Dortmund

Direktor: Professor Dr. med. Hagen Tronnier

ERGEBNISSE VON RESONANZFREQUENZMESSUNGEN BEI
PSORIASIS VULGARIS UND CHRONISCHEM EKZEM

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Fachbereiche

5 Vorklinische und Theoretische Medizin und

6 Klinische Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Gisela Speth von Schülzburg

aus Dortmund

1980

Aus der Hautklinik der Städtischen Kliniken in Dortmund

Direktor: Professor Dr. med. Hagen Tronnier

ERGEBNISSE VON RESONANZFREQUENZMESSUNGEN BEI
PSORIASIS VULGARIS UND CHRONISCHEM EKZEM

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Fachbereiche

5 Vorklinische und Theoretische Medizin und

6 Klinische Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Gisela Speth von Schülzburg

aus Dortmund

1980

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster



Dekan: Professor Dr. H. Themann

1. Berichterstatter: Professor Dr. H. Tronnier

2. Berichterstatter: Professor Dr. E. Macher



Aus der Hautklinik der Städtischen Kliniken in Dortmund
Referent: Professor Dr. H. Tronnier Korreferent: Professor Dr. E. Macher

ZUSAMMENFASSUNG

Gisela Speth von Schülzburg

ERGEBNISSE VON RESONANZFREQUENZMESSUNGEN BEI PSORIASIS VULGARIS UND CHRONISCHEM EKZEM

In dieser Studie wurde zum einen der Einfluß chronisch infiltrativer Hautveränderungen auf die Frequenzleitfähigkeit der Haut und zum anderen die Möglichkeit, diese Erkrankungen in ihrem Heilungsverlauf zu verfolgen, geprüft.

Mit dem Resonanzfrequenzgerät wurde zunächst die Richtigkeit bekannter Ergebnisse bei unterschiedlichen Hydratationszuständen der Hornschicht bestätigt. Diese Vorversuche waren im Hinblick auf die Messung chronisch infiltrativer Hautveränderungen notwendig, um Interpretationsmöglichkeiten für Veränderungen der Kurvenform und der Resonanzfrequenz zu haben.

Erhöhter Wassergehalt bewirkte eine Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum in tiefere Frequenzbereiche, trockenere Hautzustände das Gegenteil. Mit der Resonanzfrequenzmessung konnte eine überschießende Austrocknungsphase nach Quellung der Haut nachgewiesen werden. Nach Einwirkung einer W/Ö-Emulsion fand sich, daß so der Haut zugeführte Feuchtigkeit länger in den oberen Hautschichten gebunden wird.

Bei den ausgewählten Hauterkrankungen fand sich eine Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum bis über 300 Hertz, außerdem eine Veränderung der Kurvenform, die typisch für Konsistenzänderungen ist: es fand sich eine gesteigerte Leitfähigkeit für hohe Frequenzen, als Plateauphase bezeichnet, und ein nur wenig ausgebildetes Maximum. Diese Veränderungen der Kurvenform werden vom Resonanzfrequenzquotienten erfaßt, der somit einen neuen Auswertungsmodus darstellt und der spezifisch auf Konsistenzänderungen der Epidermis reagiert.

Mit der Messung des Resonanzfrequenzmaximum und des Resonanzfrequenzquotienten konnten Therapieerfolge ebenso wie Rückfälle und Verschlechterungen kontrolliert werden.

Tag der Promotion: 13. Mai 1980



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555410_0014

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<u>EINLEITUNG</u>	1
<u>FRAGESTELLUNG</u>	3
<u>ANMERKUNGEN ZU DEN AUSGEWÄHLTEN HAUTER- KRANKUNGEN</u>	4
<u>MESSMETHODIK</u>	5
<u>VORVERSUCHE</u>	6
Resonanzfrequenz bei Hornschichthydratation	6
Resonanzfrequenz nach Auftragen einer W/Ö- Emulsion	10
Resonanzfrequenz nach austrocknenden Maß- nahmen	11
<u>BESPRECHUNG DER VORVERSUCHE</u>	11
<u>HAUPTVERSUCH</u>	13
Resonanzfrequenzmessung bei Psoriasis vulgaris	14
Resonanzfrequenzmessung bei chronischem Ekzem	16
Betrachtung von Originalverläufen bei Psoriasis vulgaris	17
Mittelwertverlauf des Resonanzfrequenzquotien- ten unter der Therapie bei Psoriasis vulgaris	30
Betrachtung von Originalverläufen bei chroni- schem Ekzem	35
Mittelwertverlauf des Resonanzfrequenzquotien- ten unter der Therapie bei chronischem Ekzem	41
<u>DISKUSSION DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</u>	43
<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	48
<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	49
<u>LEBENS LAUF</u>	54

EINLEITUNG

Zur Erfassung des Heilungsverlaufes chronisch infiltrativer Hauterkrankungen, wie Psoriasis vulgaris und endogenes Ekzem, stehen kaum Methoden zur Verfügung, die in der Lage sind, den klinischen Befund durch in-vivo-Messungen zu objektivieren.

Zwar sind in der Literatur eine Reihe von Methoden zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften der Haut zu finden. Es werden unter anderem:

1. das Elastometer nach Schade
 2. die Rohrmethode nach Külbs
 3. die Saugglockenmethode nach Kaus
 4. die Widerstandsmessung nach Jochims
- angeführt (4, 10).

Mit diesen Methoden hat man bisher jedoch nicht routinemäßig pathologische Hautveränderungen in ihrer Entwicklung und Abheilung zu verfolgen versucht. Lediglich mit dem Elastometer nach SCHADE existieren ausgiebige Untersuchungen über normale und krankhafte Hautzustände von SCHMIDT-LA BAUME sowie MURTFELD. SCHMIDT-LA BAUME (4) untersuchte mit dem Elastometer pathologische Hautveränderungen, wie Pemphigus vulgaris, M. Bazin, Striae, circumscribed Sklerodermie. Bei diesen Erkrankungen stellte er einen Elastizitätsverlust fest. MURTFELD (5) fand außerdem bei Psoriasis vulgaris und verschiedenen Ekzemen (end. Ekzem sowie chronischen Ekzemen anderer Genese) einen Elastizitätsverlust von 15 bis 20 %.

Zu Beginn der fünfziger Jahre wurde das Verfahren der Resonanzfrequenzmessung (RF) von TRONNIER und WAGENER (11) entwickelt. Ursprünglich war es vor allem zur Messung von strukturellen Unterschieden der Haut vorgesehen. So wurde bei infiltrierten, inveterierten oder lichenifizierten Veränderungen der Haut, bei Altersatrophien, Acrodermatitis chronica atrophicans,

circumscripiter Sklerodermie sowie nach Anwendung von acanthogenen Substanzen eine Verschiebung der Resonanzfrequenz in höhere Frequenzbereiche registriert (20, 21).

In der gleichen Veröffentlichung (21) findet sich die Hypothese formuliert, daß eine Verschiebung zwischen strukturierten Elementen und Gewebsflüssigkeiten die Resonanzfrequenz der Haut derartig verändern könne, daß eine Vermehrung der strukturierten Elemente ebenso wie eine Abnahme der Gewebsflüssigkeit zu einer Erhöhung der Resonanzfrequenz führt.

Für den ersten Teil dieser Hypothese war der Beweis (s. o.) bereits erbracht. Gegen Ende der fünfziger Jahre konnte dann auch die Brauchbarkeit der Resonanzfrequenzmethode zur Erfassung des Hydratationszustandes der Haut in zahlreichen Veröffentlichungen nachgewiesen werden (15, 6).

Es wurden die Wirkung von Salbengrundlagen auf die Haut, der Abdeckeffekt mit resultierender Wasserstauung, die Quellung der Haut durch wässrige Lösungen und anschließender Austrocknung und die Wirkung von Waschmitteln mit der Resonanzfrequenzmethode nachgewiesen und somit weitere Erkenntnisse über die Regulation des Wassergehaltes der Epidermis gewonnen (12, 13, 16, 17, 18, 7, 19). Außerdem wurde die Sofortwirkung von Röntgenstrahlen auf die RF der Haut untersucht (24, 25, 26).

Grenzen sind der Resonanzfrequenz und ihrem Einsatz dadurch gesetzt, daß bei gleichzeitigem Auftreten von mehreren Faktoren, wie Ödem, Spannung und veränderte Hautstruktur zum Teil gegensätzliche Auswirkungen auf die Frequenzleitfähigkeit zu erwarten sind. Das Ödem würde ein Absinken der Resonanzfrequenz, eine gleichzeitig erhöhte Spannung der Haut aber einen Anstieg zur Folge haben, so daß solche Meßresultate schwer zu interpretieren sind (14).

Mit dieser Arbeit soll nun auf die ursprüngliche Konzeption der Resonanzfrequenzmethode zurückgegangen werden. Zwar liegen sowohl für die zu Beginn

angeführten Methoden als auch für die Resonanzfrequenzmessung Ergebnisse an pathologischer Haut vor (s. o.), aber es existieren noch keine ausführlichen Angaben darüber, ob mit diesen Methoden auch der Heilungsverlauf chronisch infiltrativer Hauterkrankungen, wie die Psoriasis vulgaris und chronischer Ekzeme unter der Therapie verfolgt werden können. Es sollte daher untersucht werden, ob sich die Resonanzfrequenzmethode hierfür eignet.

FRAGESTELLUNG

Die Untersuchung galt der Beantwortung folgender Fragen:

1. Welche Veränderungen der an pathologischer Haut (Psoriasis vulgaris und chronischen Ekzemen) gemessenen RF-Kurven bestehen gegenüber Normalkurven?
2. Läßt sich der Heilungsverlauf dieser Erkrankungen mit der RF verfolgen?

Da es sich bei dem verwendeten Gerät zur Messung der Resonanzfrequenz um eine weiter entwickelte Meßeinrichtung handelte, bei der der Meßkopf noch dem Original entsprach, die elektronischen Bauteile jedoch neu konstruiert waren, war es zusätzlich erforderlich, die in früheren Untersuchungen dargestellten Resonanzfrequenzänderungen unter Maßnahmen, die den Hydratationszustand der Hornschicht beeinflussen, erneut darzustellen.

Mit dieser Untersuchung sollte nicht der Wassergehalt der oberen Hautschichten bei den erwähnten Hautkrankheiten festgestellt werden, sondern es sollte der Versuch gemacht werden, korrelierende Befunde, die aus histologischen Untersuchungen bekannt sind, mit dem Resonanzfrequenzgerät zu erfassen.

ANMERKUNGEN ZU DEN AUSGEWÄHLTEN HAUTERKRANKUNGEN

1. Psoriasis vulgaris

Bei der Psoriasis vulgaris ist die Epidermis in vielfacher Hinsicht im Vergleich zu normaler Haut pathologisch verändert. So liegt eine erhöhte Zellproliferation vor, bei Verkürzung des Zellzyklus und des Turnover, die Zellen selbst weisen ein intrazelluläres Ödem auf (26, 9). Es resultiert eine fehlerhaft gebaute verdickte Hornschicht mit parakeratotischen Bezirken (2). Nach neueren Untersuchungen soll die Epidermis auch über den Papillenspitzen verdickt sein (22). Die Coriumpapillen sind massiv verlängert wegen der Wucherung der Epithelleisten, man spricht von psoriasiformer Acanthose (3). Zwar findet sich keine massive Infiltration, aber inselförmige leukozytäre Anhäufungen, die Munroe'schen Mikroabszesse, sind in den oberen Epidermisschichten nachweisbar. Stratum lucidum und stratum granulosum sind unregelmäßig entwickelt, das letztere fehlt meistens. Weiter seien die erweiterten, geschlängelten Kapillaren des Coriums erwähnt, die mitverantwortlich für die Farbe Rot der Psoriasiseffloreszenz sind (1). Diese Epidermis ist weniger gut zur Temperaturregelung in der Lage, die Schweißabsonderung ist gestört, der transepidermale Wasserverlust insgesamt erhöht.

2. Chronisches Ekzem

Beim endogenen Ekzem finden sich nicht so typische histologische Veränderungen, es hat die im folgenden beschriebenen Befunde mit vielen chronischen Ekzemen unterschiedlicher Genese gemeinsam (8).

Auch beim endogenen Ekzem findet sich eine Acanthose, manchmal sogar eine als psoriasiform bezeichnete (2). An den vor allem durch mechanische Irritation, wie z. B. durch Kratzen, reaktiv entstandenen Hautveränderungen, findet sich eine erhöhte Mitoserate, unregelmäßige hyperkeratotische

Bezirke wechseln mit orthokeratotischen ab. Die Befunde sind auch unterschiedlich je nach Dauer der Veränderungen. An frischen Herden findet sich eine fleckförmige, intraepitheliale Spongiose, die weniger bei chronischen Veränderungen anzutreffen ist. Dort überwiegen die beschleunigte Verhornung, Parakeratose sowie Schuppen- und Krustenbildung. Typisch ist die als Lichenifikation bezeichnete Veränderung, eine Vergrößerung der Hautzeichnung mit schachbrettartig angeordneten tiefen Linien (8).

MESSMETHODIK

Das Prinzip der Resonanzfrequenzmessung darf als bekannt vorausgesetzt werden, soll aber kurz skizziert werden. Da die Apparatur eine Modifikation erfahren hat, bei der jedoch der Meßkopf noch dem Original entspricht, soll diese genauer beschrieben werden.

Die Hautoberfläche setzt der Fortpflanzung ihrer mitgeteilten mechanischen Schwingungen einen Widerstand entgegen. Dieser Effekt ist zum einen frequenzabhängig, zum anderen abhängig vom jeweiligen Spannungszustand der Haut, von der Konsistenz des Gewebes und vom Hydratationszustand. Aussagen über die Frequenzleitfähigkeit der Haut sind also Aussagen über ihren jeweiligen Zustand.

Die Messung der Frequenzleitfähigkeit der menschlichen Haut erfolgt mit einem Gerät, das aus einem Sende- und Empfangsteil besteht.

1. Sendeteil

- a) Ein Frequenzgenerator erzeugt elektrische Schwingungen einer Frequenz von 70 bis 400 Hertz, die in einem Zeitraum von 20 Sekunden automatisch abgegeben werden.
- b) Ein Magnetsystem wandelt diese elektrischen Schwingungen in mechanische um und führt zur Auslenkung eines Sendestiftes.

c) Ein Sendestift, der unmittelbar der Hautoberfläche aufliegt, teilt die Schwingungen der Haut mit. Die Hautoberfläche wird durch den waagrecht schwingenden Sendestift angeregt und leitet diese Erregungen weiter. Bei der hier vorliegenden Konstruktion ist eine Strecke von 5 mm bis zum Empfangssystem gewählt worden.

2. Empfangsteil

- a) Ein Empfängerstift nimmt die fortgeleiteten Schwingungen auf.
- b) Ein Magnetsystem wandelt die mechanischen Schwingungen wieder in elektrische Schwingungen um, und diese werden dann gleichgerichtet und verstärkt.
- c) Ein Registriergerät zeichnet die mitgeteilten Schwingungen mit einer Laufgeschwindigkeit von 20 cm/Min. auf. Das gesamte System mit der Haut als einziger Variablen gerät bei einer bestimmten Frequenz in Resonanz, was am Registriergerät eine Kurve mit einem Maximum, der Stelle der "Resonanzfrequenz der Haut", auch als biologische Resonanzfrequenz bezeichnet, entstehen läßt.

In Abbildung 1 ist eine Kurve, wie sie sich an normaler Haut registrieren läßt, dargestellt. Dabei entspricht einer bestimmten Streckenlänge jeweils eine dazugehörige Frequenz aufgrund der in der Zeit linearen Abgabe der Frequenzen durch den Generator.

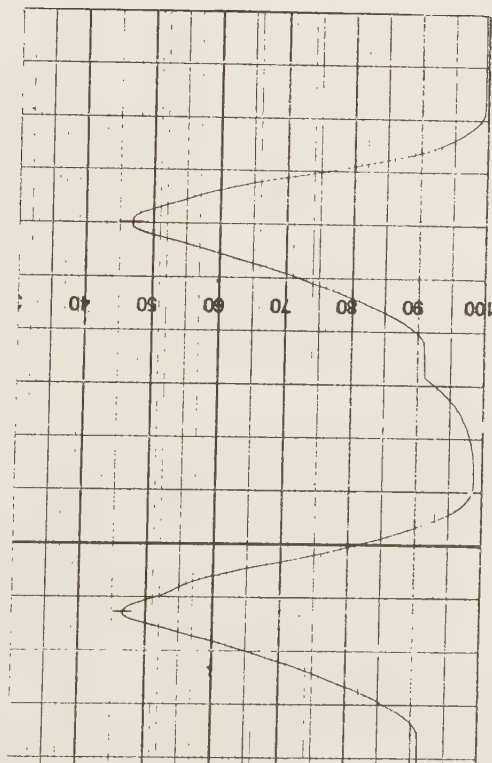
VORVERSUCHE

Resonanzfrequenz bei Hornschichthydratation

Versuchsablauf

Bei zehn gesunden Versuchspersonen wurde zunächst eine Stelle am unteren

Abb. 1 Resonanzfrequenzkurve der normalen Haut



Drittel des Unterarmes markiert, und an dieser Stelle der Ausgangswert mit dem Resonanzfrequenzgerät gemessen. Dabei wurde darauf geachtet, daß die Haut in keiner Weise vorbehandelt war. Die Temperatur des Versuchsraumes betrug konstant $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Anschließend wurde der Unterarm fünfzehn Minuten in ein Wasserbad von 40°C gehalten, in dem sich keine Zusätze befanden. Unmittelbar danach wurde nach leichtem Abtupfen der Feuchtigkeit an der markierten Stelle die Resonanzfrequenz gemessen. Die Hydratation wurde über einen Zeitraum von einer Stunde verfolgt, und zwar wurde unmittelbar nach dem Bad, nach fünfzehn Minuten, nach dreißig Minuten, nach fünfzig und nach sechzig Minuten eine Messung durchgeführt.

Ergebnis

Bei allen Versuchspersonen war direkt nach dem 15-minütigen Wasserbad die Resonanzfrequenz um durchschnittlich 12,25 Hertz ($6x=2,9$) unter den Ausgangswert abgesunken. Bei etwa der Hälfte der Versuchspersonen (1. Gruppe) stieg die Resonanzfrequenz bei der zweiten Messung, d. h. nach 15 Minuten, langsam wieder an und lag im Durchschnitt dann noch um 7 Hertz unter dem Ausgangswert ($6x=2,6$). Nach 30 bis 50 Minuten waren bei diesen Probanden in einer Gegenregulation die Resonanzfrequenzwerte im Durchschnitt um 5 Hertz ($6x=1,4$) über den Ausgangswert angestiegen. Danach pendelten sie sich langsam wieder auf den Ausgangswert ein.

Abweichend hiervon verhält sich die andere Hälfte der Versuchspersonen (2. Gruppe). Ein Anstieg über den Ausgangswert um 6 Hertz war hier schon nach 15 Minuten festzustellen. Kontinuierlich erreichten die Werte dann im Verlaufe einer Stunde wieder den Ausgangswert.

Diese Ergebnisse sind in der Abbildung 2 dargestellt. Es wurden in diesem Diagramm auf der Ordinate die Differenzen zum Ausgangswert in Hertz und auf der Abszisse die Zeit in Minuten aufgetragen. Der Schnittpunkt von

Abb. 2

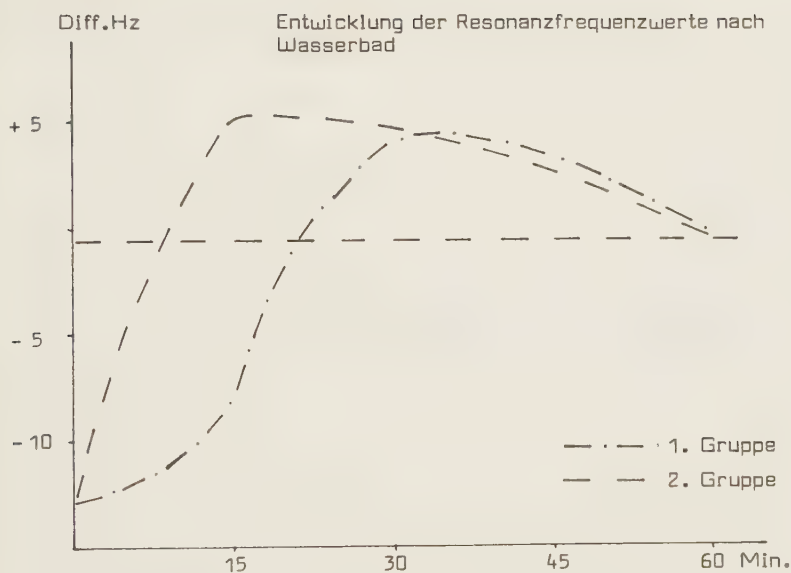
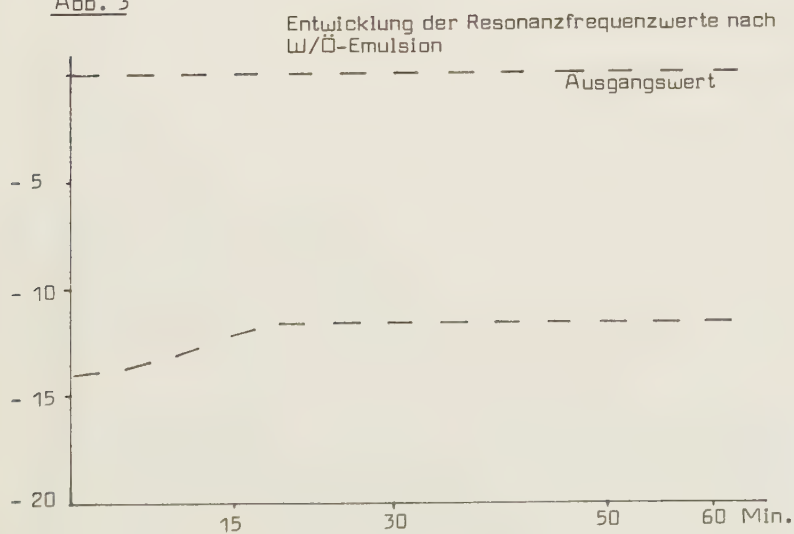


Abb. 3



Ordinate und Abszisse entspricht bei dieser Auftragsart dem Ausgangswert. Die gestrichelt-gepunktete Kurve gibt das Verhalten der ersten Gruppe, die gestrichelte Kurve das Verhalten der 2. Gruppe wieder.

Resonanzfrequenz nach Auftragen einer $\omega/\ddot{O}$ -Emulsion

Versuchsablauf

Am Unterarm der Versuchsperson wurde wieder eine Stelle markiert und der Ausgangswert mit dem Resonanzfrequenzgerät gemessen. Auch hier wurde darauf geachtet, daß die Haut, wie schon erwähnt, nicht spezifisch vorbehandelt war. Es wurde auch hier unter den oben angeführten konstanten Versuchsraumbedingungen gearbeitet. 0,5 g Eucerin cum aqua wurden dann mit leichtem Druck über fünf Minuten in die Haut einmassiert. Anschließend wurde die erste Resonanzfrequenzmessung durchgeführt. Innerhalb einer Stunde folgten jeweils nach 15, 50 und 60 Minuten weitere Messungen. Die Anzahl der Versuchspersonen betrug wiederum zehn.

Ergebnis

Direkt nach Auftragung der Emulsion lag die Resonanzfrequenz im Durchschnitt 14 Hertz ($6x=5,5$) unter dem Ausgangswert. Bei den Kontrollen nach 15, 50 und 60 Minuten stieg die Resonanzfrequenz wieder geringfügig auf Werte von 12 Hertz ($6x=6,6$) unter den Ausgangswert an. Der Abfall der Resonanzfrequenz blieb somit über den gesamten Meßzeitraum konstant. Dieses Ergebnis eines Absinkens der Resonanzfrequenz nach Auftragung einer $\omega/\ddot{O}$ -Emulsion und das Verbleiben der Resonanzfrequenz auf diesem Niveau war bei allen Probanden nachweisbar.

Die graphische Darstellung dieser Ergebnisse gibt die Abbildung 3 wieder. Es wurden auf der Ordinate die Differenzen zum Ausgangswert in Hertz und auf der Abszisse die Zeit in Minuten aufgetragen.

Resonanzfrequenz nach austrocknenden Maßnahmen

Versuchsablauf

An einer markierten Stelle des Unterarmes wurde der Ausgangswert mit dem Resonanzfrequenzgerät gemessen. Dann wurde mit verschiedenen Maßnahmen versucht, eine Austrocknung der Haut zu erreichen; es wurde die Haut zum einen mit konzentrierter Seifenlösung, zum anderen mit Aceton behandelt und anschließend unter Verwendung von Warmluft so lange gewartet, bis die Haut vom Aspekt her sehr trocken war. Dann wurde die Resonanzfrequenz erneut gemessen.

Ergebnis

Der Wert der so behandelten Haut lag deutlich höher als der Ausgangswert, bei den einzelnen Versuchspersonen fanden sich aber große Unterschiede. Der Anstieg der Resonanzfrequenz betrug mindestens 6 Hertz und maximal 18 Hertz.

Aus diesen Versuchen kann man als Ergebnis lediglich die Tendenz festhalten, daß bei Messung an trockener Haut im Unterschied zu normal feuchter Haut ein Anstieg der Resonanzfrequenz festzustellen ist.

BESPRECHUNG DER VORVERSUCHE

Die Ergebnisse dieser Vorversuche stimmen mit früheren Untersuchungen von TRONNIER und BUSSIUS (12, 15, 16, 17) im wesentlichen überein.

1. Bei der Quellung der Haut mittels eines Wasserbades ändert sich die Frequenzleitfähigkeit der Haut derart, daß sich das Resonanzfrequenzmaximum in niedrigere Frequenzbereiche verschiebt. Diese verbesserte Frequenzleitfähigkeit für tiefere Frequenzen nach Wasseraufnahme fand sich bei allen Probanden. Innerhalb einer Stunde war die Frequenzleitfähigkeit

wieder im Ausgangsbereich, d. h. das Hydratationswasser wieder von der Haut abgegeben.

Über diese, schon in den angegebenen Veröffentlichungen dargestellten Ergebnisse hinaus, konnte mit dieser modifizierten Apparatur nachgewiesen werden, daß es vorübergehend zu einer, als eine überschießende Gegenregulation der Haut zu deutenden Austrocknung der Haut, bei der die Resonanzfrequenzwerte über den Ausgangswert anstiegen, kommt. Diese Austrocknungsphase war bei 5 Probanden erst nach 30 bis 50 Minuten nachweisbar, während bei den anderen 5 Probanden schon nach 15 Minuten eine Austrocknung der Haut zu messen war.

Das Resonanzfrequenzgerät ist also offenbar geeignet, Veränderungen im Hydratationszustand der Hornschicht wiederzugeben. Es reagiert deutlich auf die unterschiedlichen Wassergehalte der Haut. Außerdem ließ sich der Regulationsvorgang der Hornschicht nach übermäßiger Wasseraufnahme mit dem Resonanzfrequenzgerät erfassen.

2. Ebenso fand sich nach Auftragen einer W/Ö-Emulsion eine gleichsinnige Veränderung der Frequenzleitfähigkeit wie beim Quellungsversuch mit einer verbesserten Leitfähigkeit für tiefe Frequenzen. Die Resonanzfrequenz sank etwa um den gleichen Betrag ab wie nach einem 15-minütigem Wasserbad. Anders als nach reiner Wasserwirkung blieb die Resonanzfrequenz nach Auftragen der W/Ö-Emulsion innerhalb des Meßzeitraumes von sechzig Minuten deutlich unter dem Ausgangswert.

Der Einfluß einer Creme auf die Frequenzleitfähigkeit der Hornschicht war ausgeprägter als eine alleinige Wasserwirkung. Das Resonanzfrequenzgerät zeigte an, daß die Feuchtigkeit, die der Haut mittels einer Creme zugeführt wird, länger von ihr gebunden werden kann als reines Hydratationswasser. Das Gerät ist also in hohem Maße geeignet, den

Einfluß einer Creme bzw. Wasserwirkung differenziert wiederzugeben.

3. Um festzustellen, ob ein Ansteigen der Resonanzfrequenz über den Ausgangswert einen trockenen Hautzustand wiedergibt, wurde versucht, experimentell eine Austrocknung der Haut zu erreichen. Hierbei konnte nachgewiesen werden, daß nach den oben beschriebenen Maßnahmen, die klinisch zu einer "trockenen" Haut führten, ein deutlicher Anstieg der Resonanzfrequenz zu messen war. Betrachtet man die Resonanzfrequenzkurven bei objektiv "trockener" bzw. "feuchter" Haut, findet man eine Verschiebung des Maximums in höhere bzw. tiefere Frequenzbereiche. Die Form der Kurve wird dabei nicht wesentlich verändert.

Diese Vorversuche waren im Hinblick auf die im folgenden dargestellten Untersuchungen wichtig, da sie den Einfluß der Hydratation auf die Resonanzfrequenz aufzeigen, der bei der Interpretation der folgenden Befunde zu berücksichtigen ist.

HAUPTVERSUCH

In dieser Versuchsreihe sollte geprüft werden, welche Resultate die Resonanzfrequenzmessung bei pathologischen Hautveränderungen im Sinne einer Epidermis- und Hornschichtverdickung bei Psoriasis vulgaris und chronischen Ekzemen (besonders beim endogenen Ekzem) liefert. Insbesondere war die Frage zu klären, ob die Resonanzfrequenzmessung zur Kontrolle des Verlaufes dieser Dermatosen und damit zur Kontrolle der Therapie geeignet ist.

Methode

Die Messungen dieser Versuchsreihe wurden in einem Raum durchgeführt, in dem konstante Bedingungen in Bezug auf die Temperatur vorlagen (22°C).

Die Patienten, die das untersuchte Kollektiv bildeten, standen sämtlich in stationärer Behandlung. Die erste Messung erfolgte vor Therapiebeginn. Hierfür wurde ein typischer Erkrankungsherd und ein benachbartes, klinisch nicht befallenes Hautareal ausgewählt, um an den Differenzen der Werte den Grad der pathologischen Hautveränderung im Vergleich zur gesunden Haut beurteilen zu können. Über den Zeitraum von ca. drei Wochen (je nach stationärem Aufenthalt des Patienten) wurde der Verlauf der Resonanzfrequenzmessung an diesen beiden Hautarealen im Abstand von 4 bis 7 Tagen verfolgt. Bevorzugte Meßstellen waren auch hier der Unterarm, da dort die Messungen technisch am besten durchzuführen waren. Die Zahl der Patienten betrug bei den an Psoriasis vulgaris Erkrankten 25, bei den an chronischem Ekzem Erkrankten 15. Der Klinikaufenthalt betrug bei den ersteren 3 bis 4 Wochen, bei den letzteren im Durchschnitt 14 Tage. Die Messungen wurden im Abstand von 4 bis 7 Tagen durchgeführt.

Resonanzfrequenzmessung bei Psoriasis vulgaris

1. Mittelwerte im Psoriasisherd im Vergleich zur Kontrolle vor Therapiebeginn

Im Psoriasisherd fand sich im Durchschnitt eine Resonanzfrequenz von 274 Hertz. Der Kontrollwert der gesunden Haut betrug 222 Hertz. Bei Psoriasis vulgaris lag der Resonanzfrequenzwert am Herd somit um 52 Hertz über dem Kontrollwert, wobei die Größenordnung des Letzteren mit 222 Hertz dem entsprach, was man auch bei Personen ohne pathologischen Hautbefund messen konnte.

2. Mittelwertentwicklung unter der antipsoriatischen Therapie

Es ließ sich feststellen, daß die Resonanzfrequenzwerte am Herd unter der Therapie (übliche Externa, Phototherapie, Photochemotherapie) abfielen

Abb. 4

Entwicklung der Mittelwerte an Herd und Kontrolle bei Psoriasis vulgaris

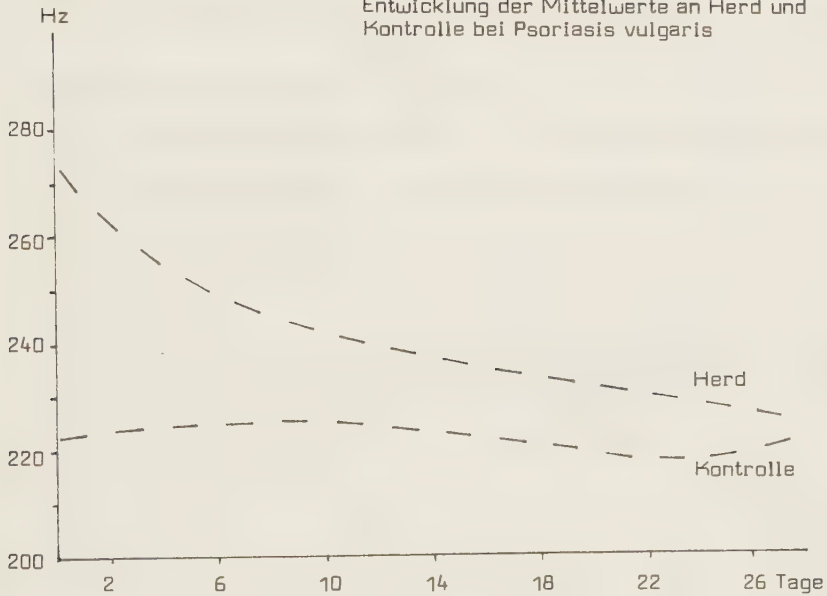
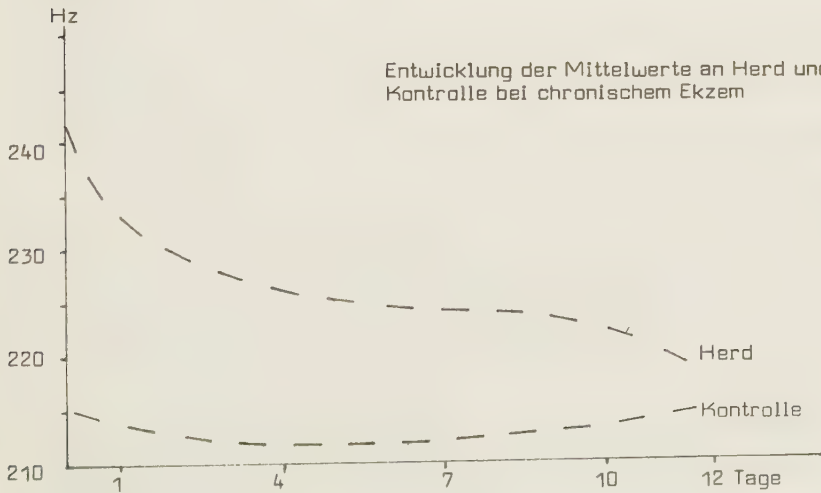


Abb. 5

Entwicklung der Mittelwerte an Herd und Kontrolle bei chronischem Ekzem



und sich den Werten an normaler Haut annäherten. Bei dem untersuchten Patientenkollektiv zeigte sich folgende Entwicklung:

Nach einer Woche war der Herdwert bereits auf 247 Hertz abgesunken. Nach zwei Wochen lag er bei 238 Hertz und näherte sich nach drei Wochen mit 231 Hertz und nach vier Wochen mit 225 Hertz weiter dem Normalwert. Die Kontrollwerte schwankten um ± 4 Hertz um den Ausgangswert. Der dargestellte Mittelwertverlauf ist in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1 Verlauf der Resonanzfrequenzmittelwerte am Herd und an der Kontrollstelle bei Psoriasis vulgaris (s_x =Standardabweichung)

Zeit	Herdwerte in Hertz		Kontrollwerte in Hertz	
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
Ausgangswert	274	32,2	222	16,4
1 Woche	247	26,9	226	11,5
2 Wochen	238	23,3	223	11,7
3 Wochen	231	12,6	218	12,4
4 Wochen	225	9,06	222	8,6

Das Verhalten der Resonanzfrequenzwerte im Herd und an der Kontrollstelle ist in Abbildung 4 graphisch dargestellt. Hierzu wurden auf der Ordinate die Hertzwerte in absoluten Zahlen und auf der Abszisse die Zeit in Tagen aufgetragen.

Resonanzfrequenzmessung bei chronischem Ekzem

1. Mittelwert im Ekzemherd im Vergleich zur Kontrollstelle vor Therapiebeginn

Der Resonanzfrequenzwert lag an der ekzematösen Haut bei 243 Hertz. Die für die Messung ausgesuchten Hautstellen waren trocken und lichenifiziert. Der Mittelwert an der gesunden Haut betrug 215 Hertz. Die erkrankten Hautstellen zeichneten sich also durch eine Erhöhung der Resonanzfrequenz

um 28 Hertz gegenüber der normalen Haut aus.

2. Mittelwertverlauf unter der Therapie bei chronischem Ekzem

Unter der Therapie sanken die Resonanzfrequenzwerte der ekzematösen Haut in Richtung auf die zum Vergleich gemessenen Werte an normaler Haut ab. Bereits vier Tage nach Einsetzen der Behandlung lagen die im Ekzemherd gemessenen Werte bei 226 Hertz. Diesem anfänglich starken Abfall der Resonanzfrequenz um 17 Hertz folgte in den nächsten 10 Tagen nur noch ein Abfall um 6 Hertz auf 218 Hertz (228 Hz nach 7 bis 8 Tagen, 218 Hz nach 14 Tagen). Betrachtet man dagegen die Kontrollwerte, so blieben diese ziemlich konstant bei 215 Hertz (s. Tabelle 2).

Tabelle 2 Verlauf der Resonanzfrequenzmittelwerte im Herd und an der Kontrollstelle bei chronischem Ekzem

Zeit	Herdwerte in Hertz		Kontrollwerte in Hertz	
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
Ausgangswert	243	15,0	215	15,9
4 Tage	226	8,6	212	11,5
7-8 Tage	224	7,5	212	12,7
14 Tage	218	9,7	215	9,7

Bei der graphischen Darstellung (Abbildung 5) bleiben die Kontrollwerte während der gesamten Beobachtungszeit nahezu unverändert, während die Herdwerte kontinuierlich in Richtung des Normalwertes abfallen (Auftragsweise: auf der Ordinate Frequenz in Hertz, auf der Abszisse die Zeit in Tagen)

Betrachtung von Originalverläufen

Typischer Verlauf der Resonanzfrequenz im Herd und an der Kontrolle bei Psoriasis vulgaris am Beispiel von drei Patienten A/B/C

Wie bereits ausgeführt, war es die Tendenz der Resonanzfrequenzwerte im Psoriasisherd unter dem Einfluß der Therapie abzusinken. Dabei waren aber bei den einzelnen Patienten sowohl die Höhe der Ausgangswerte als auch der Grad des Abfalles verschieden. Um dies zu verdeutlichen, sind in Abbildung 6 die Verläufe von drei Patienten gemeinsam in einem Diagramm dargestellt. Es handelt sich um die Resonanzfrequenzwerte im Herd, die zum besseren Vergleich in Differenzen zum jeweiligen Ausgangswert in Hertz auf der Ordinate aufgetragen wurden. Auf der Abszisse: Angabe der Zeit in Tagen. Aus dem Diagramm ist folgendes ersichtlich:

1. Die oben beschriebene Tendenz des Abfalles der Resonanzfrequenz ist bei den dargestellten Einzelverläufen eindeutig.
2. Die Steilheit der Kurve, d. h. das Ausmaß des Resonanzfrequenzabfalles ist bei den einzelnen Patienten sehr unterschiedlich. Während bei Patient A nach sieben Tagen die Resonanzfrequenz um 12 Hertz abgesunken ist, ist sie bei Patient C im gleichen Zeitraum um 54 Hertz gesunken. Patient B liegt zwischen diesen beiden Extremen.

In Tabelle 3 sind die absoluten Werte dieser ausgesuchten Patienten aufgeführt. Aus ihr geht einmal hervor, daß die Höhe des Ausgangswertes am Psoriasisherd sehr unterschiedlich war. Zum anderen sieht man, daß je höher der Ausgangswert am Herd war, desto größer war auch das Absinken der Resonanzfrequenz im Verlauf der Behandlung. Charakteristisch ist weiterhin, daß Patienten mit hohem Ausgangswert am Psoriasisherd mit Werten in die ambulante Weiterbehandlung entlassen wurden, deren Höhe noch erheblich über den Kontrollwerten lagen (in Tabelle 3 entspricht der Entlassungswert dem nach 21 bzw. 28 Tagen).

Abb. 6

Verlauf der Resonanzfrequenzwerte bei
Psoriasis vulgaris am Beispiel von drei
Patienten A/B/C (Herdwerte)

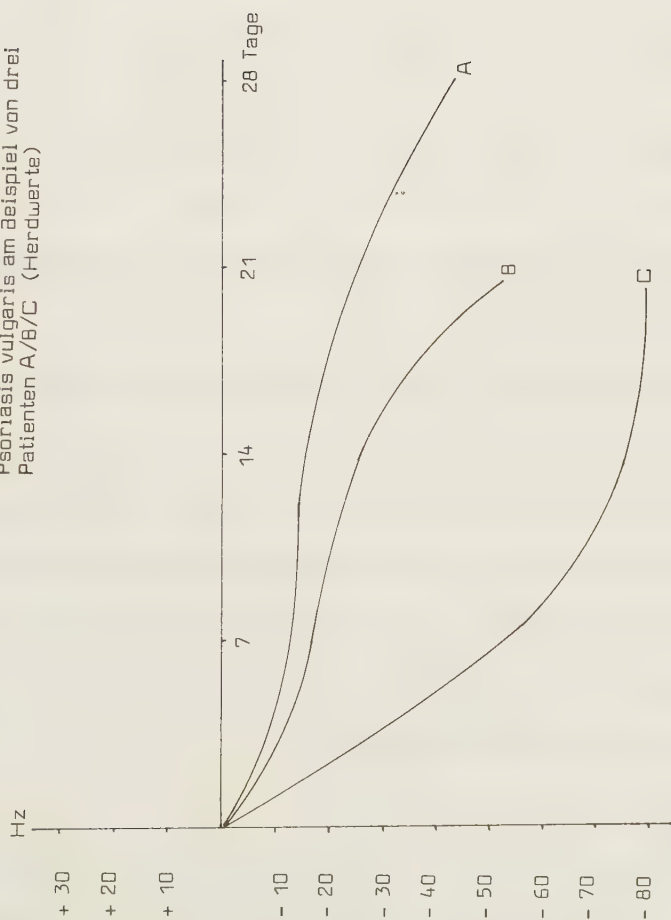


Tabelle 3 Resonanzfrequenzwerte von drei Psoriasispatienten A/B/C in absoluten Werten (Hertz) während der Therapie. In der zweiten Spalte jeweils der Betrag, um den die Resonanzfrequenz in Bezug zum Ausgangswert absinkt.

Zeit	A (absol.Wert in Hertz)	Diff.z. Agw.	B (absol.Wert in Hertz)	Diff.z. Agw.	C (absol.Wert in Hertz)	Diff.z. Agw.
Ausgangs- wert	257	-	310	-	380	-
7 Tage	245	- 12	293	- 17	326	- 54
14 Tage	241	- 16	284	- 26	304	- 76
21 Tage	231	- 26	252	- 58	301	- 79
28 Tage	213	- 44	-	-	-	-

Darstellung der Verläufe zweier Patienten an Hand der Originalkurven des Resonanzfrequenzmeßgerätes

Wie in der Einleitung beschrieben, zeichnet das Resonanzfrequenzgerät an normaler Haut eine Kurve wie in Abbildung 1 auf.

Diese Kurve ist dadurch charakterisiert, daß sie vom Ausgangsniveau (Nulllinie) steil ansteigt, ein spitzes deutliches Maximum ausbildet und dann wieder steil zum Ausgangsniveau abfällt. Das Maximum findet sich in der Regel bei normaler Haut bei $220 \text{ Hertz} \pm 10 \text{ Hertz}$. Betrachtet man Kurven, die man bei der Messung von Psoriasisherden gewinnt, so ergeben sich charakteristische Unterschiede zu der Normalkurve. Diese Unterschiede sind im folgenden am Beispiel von zwei Patienten dargestellt.

Patient 1:

Bei dieser Patientin fand sich bei der Aufnahme eine schwere Exazerbation ihrer seit vier Jahren bekannten Psoriasis vulgaris. Es fanden sich klinisch nummuläre, scharf begrenzte, stark infiltrierte erhabene Herde. In Ab-

bildung 7 ist der Verlauf der Herdwerte in Bezug zum Kontrollwert während der Dauer des stationären Aufenthaltes dargestellt. Im Verlauf von 14 Tagen stellte sich klinisch eine deutliche Besserung ein. Diese Besserung zeigte sich in einem Abfall der Resonanzfrequenzwerte am Herd von 330 auf 226 Hertz.

Zu Beginn der Behandlung fand sich an der gesunden Haut ein Resonanzfrequenzwert von 237 Hertz. Nach anfänglichem leichten Anstieg fiel der Wert auf 229 Hertz ab und lag damit unwesentlich über dem Wert des Psoriasisherdes zum Zeitpunkt der Entlassung.

Außer dieser charakteristischen Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximums im Verlauf der Behandlung, zeigen die Originalkurven in Abbildung 8 eine weitere typische Entwicklung. Die Kurve, die sich bei Aufzeichnen der Resonanzfrequenz an normaler Haut ergibt, zeichnet sich dadurch aus, daß sie einerseits von einem Nullniveau ausgeht und andererseits ein deutliches Maximum ausbildet. Diese Eigenschaften hat eine Kurve an einem unbehandelten Psoriasisherd nicht. Vielmehr liegt bei Aufsetzen des Sende- und Empfängerstiftes mit einer Frequenz von 400 Hertz das Ausgangsniveau nicht in der Nulllinie sondern ca. 1 cm darüber. Bei Durchlauf der Frequenzen von 400 bis 70 Hertz bleibt die Kurve zunächst auf diesem Plateau bis zu einer Frequenz von 330 Hertz, bildet hier ein leichtes Maximum aus und fällt dann ab oder fällt ohne die Ausbildung eines Maximums unmittelbar von der Plateauphase ab. Die Kurve erreicht nach kontinuierlichem Abfall die Nulllinie und bleibt auf ihr bis das Gerät wieder von 70 auf 400 Hertz umschaltet. Im Unterschied zu normalen Kurven bildet sich hier also kein eindeutiges Maximum bei einer bestimmten Frequenz aus, sondern für den Frequenzbereich von 400 bis 330 Hertz ist die Resonanzfrequenzleitfähigkeit ungefähr gleichbleibend erhöht, sichtbar am Plateau. Unterhalb des Bereiches von 330 Hertz wird die Frequenzleitfähigkeit

Abb. 7

Verlauf der Resonanzfrequenzwerte an Herd und Kontrolle bei Psoriasis vulgaris (Patient 1)

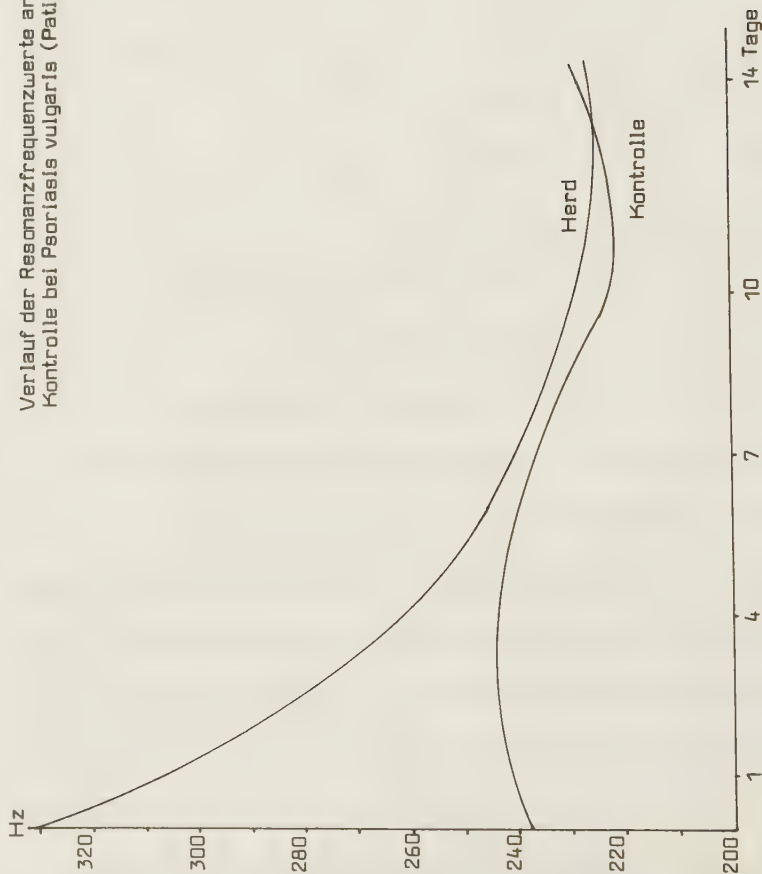
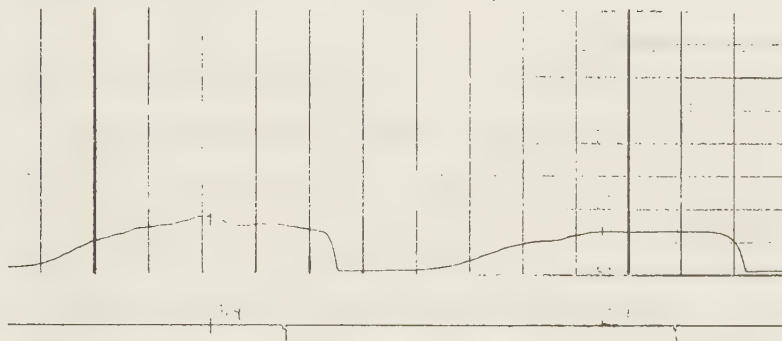
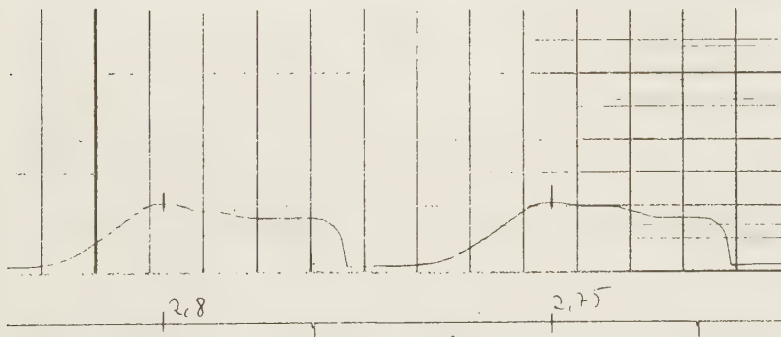


Abb. 8

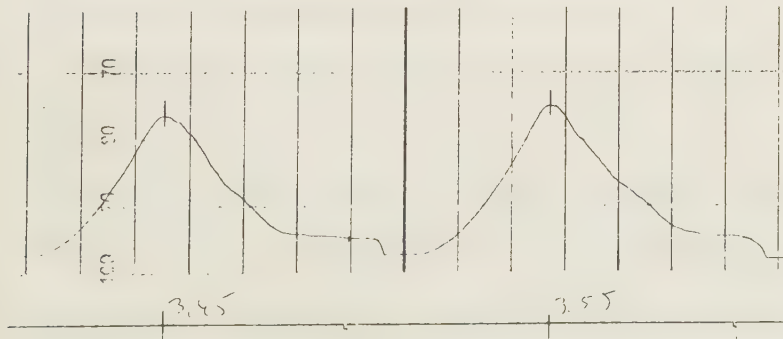
Originalkurve einer Psoriasispatientin 1



bei stationärer Aufnahme



nach 4 Tagen



nach 14 Tagen

schlechter und geht gegen null.

Beginnt die erkrankte Haut sich unter der Therapie zu normalisieren, verändert sich auch die Kurvenform in Richtung auf eine solche an normaler Haut. Zunächst wird das Plateau länger und die Ausbildung des Maximums am Ende wird deutlich höher bzw. das Plateau liegt insgesamt höher.

Bei dieser Patientin war diese Veränderung bereits nach vier Tagen festzustellen. Das beschriebene Maximum befand sich jetzt bei 260 Hertz; 4 Tage nach der ersten Messung glich die Kurve schon weitgehend einer normalen. Das Plateau war nur noch andeutungsweise vorhanden und ein Maximum hatte sich bei 226 Hertz ausgebildet.

Patient 2:

Der Patient kam wegen eines Schubes bei bekannter Psoriasis vulgaris zur Aufnahme. Klinisch imponierte er mit ca. handtellergrößen, gegen die gesunde Haut scharf abgegrenzten, erhabenen Psoriasisherden mit starker Rötung.

Der Verlauf der Resonanzfrequenzwerte an Herd und Kontrolle ist in Abbildung 9 zu verfolgen. Es handelte sich um einen für Psoriasis typischen Verlauf. Die Resonanzfrequenz sank innerhalb von 25 Tagen von 310 auf 252 Hertz ab. Klinisch waren die Herde zum Zeitpunkt der Entlassung in die ambulante Weiterbehandlung noch gut sichtbar und leicht infiltriert. Die Originalkurven der Abbildung 10 zeigen die typische Entwicklung des Kurvenverlaufes bei Psoriasis vulgaris unter der Behandlung: Die bei der Aufnahme gemessene Kurve weist ein in diesem Fall etwas höheres Plateau mit kaum festzulegendem Maximum bei 310 Hertz auf, mit einem abschließendem Abfall auf das Nullniveau.

Nach vierzehntägiger Behandlung ist das Plateau um das doppelte erhöht und an seinem Ende hat sich ein klares Maximum bei 284 Hertz ausgebildet.

Abb. 9
Verlauf der Resonanzfrequenzwerte an Herd und
Kontrolle bei Psoriasis vulgaris (Patient 2)

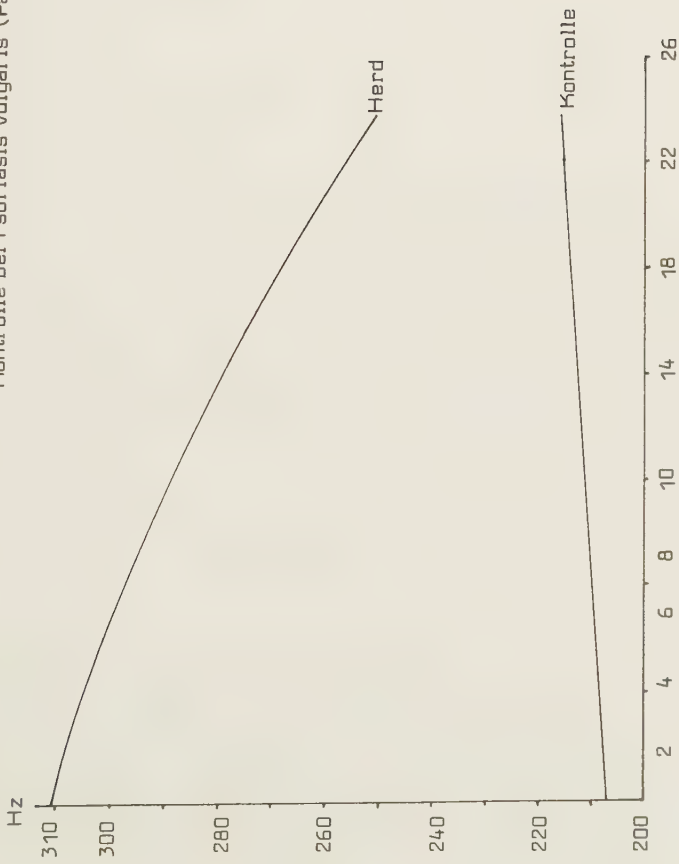
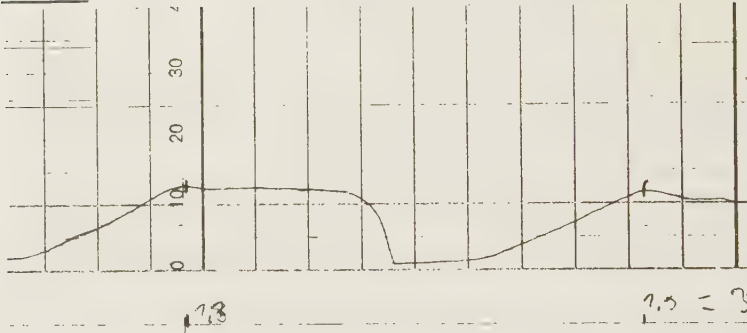
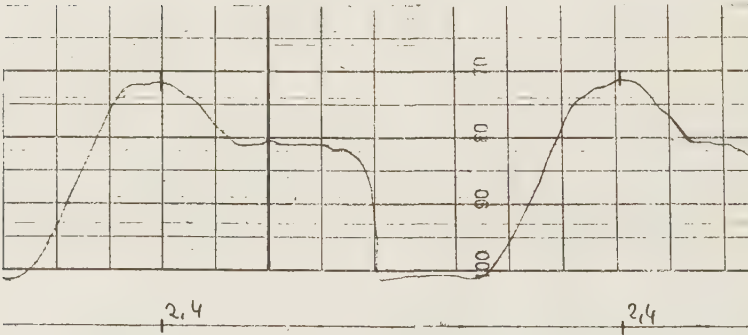


Abb. 10

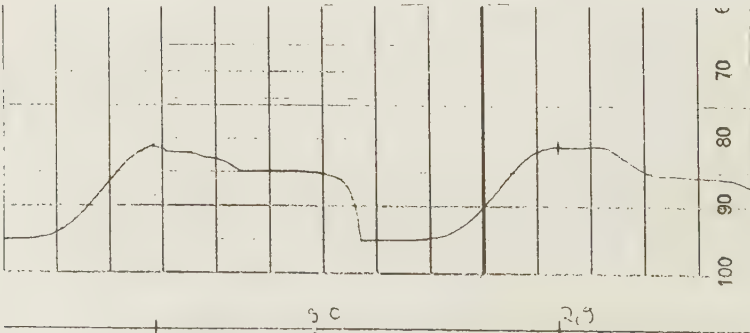
Originalkurve eines Psoriasispatienten 2



bei stationärer Aufnahme



nach 14 Tagen



nach 25 Tagen

Am Ende des stationären Aufenthaltes, nach 25 Tagen, hat sich das Plateau weiter verlängert, das Maximum liegt jetzt bei 252 Hertz. Eine Normalkurve wurde bei diesem Patienten noch nicht erreicht, sichtbar an dem noch deutlich vorhandenen Plateau. Diese am Beispiel der beiden Patienten dargestellte Entwicklung der Kurven bei der Messung von Psoriasisherden war für das gesamte Patientenkollektiv zutreffend. Übereinstimmend fanden sich je nach Stärke der Hautveränderungen:

- a) ein Plateau im Bereich der hohen Frequenzen ohne die Ausbildung eines eigentlichen Maximum
- b) Verlängerung des Plateaus bis in tiefere Frequenzbereiche mit Ausbildung eines deutlichen Maximum
- c) Annäherung der Kurvenform an die einer Normalkurve (mit langsamem Verschwinden des Plateaus und Ausbildung eines spitzen Maximum.

Klinisch entsprach dieser Entwicklung der Kurvenform ein allmählicher Rückgang der Infiltration der Epidermis.

Zur Verdeutlichung dieser Veränderung der Kurvenform sind in Abb. 11 die Durchschnittswerte der Amplituden der jeweiligen Resonanzfrequenzmaxima (vor Therapiebeginn, nach 1 und 2 Wochen) von zehn Patienten mit besonders charakteristischem Kurvenverlauf dargestellt. Die Maxima wurden dabei übereinander projiziert, obwohl sich die Resonanzfrequenzmaxima verschoben.

Die Messungen der Resonanzfrequenz bei Psoriasis vulgaris zeigten, daß das Resonanzfrequenzmaximum vor Therapiebeginn weit in hohe Frequenzbereiche verschoben war. Außerdem fand sich bei Betrachtung der Kurvenform die Ausbildung eines Maximums mit geringer Amplitude. Bei Abheilung der Hautveränderungen sank die Resonanzfrequenz in Richtung auf normale Frequenzwerte ab und die Amplitude stieg an. Es lag daher nahe, zu untersuchen, ob sich eine lineare Beziehung zwischen der Lage des Resonanzfre-

Abb. 11

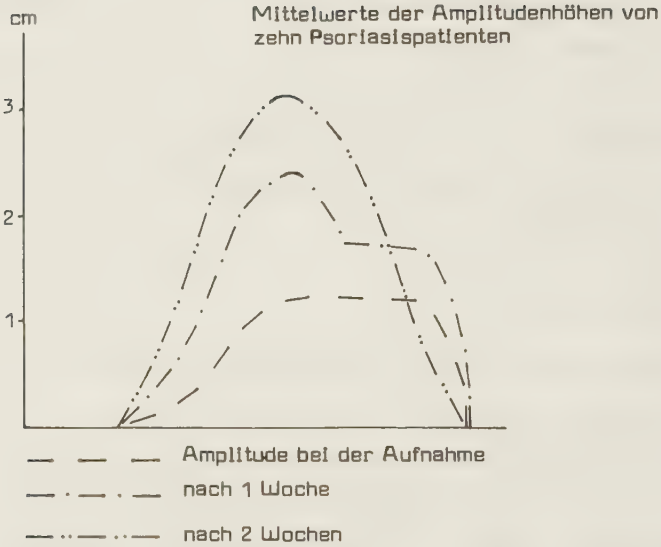
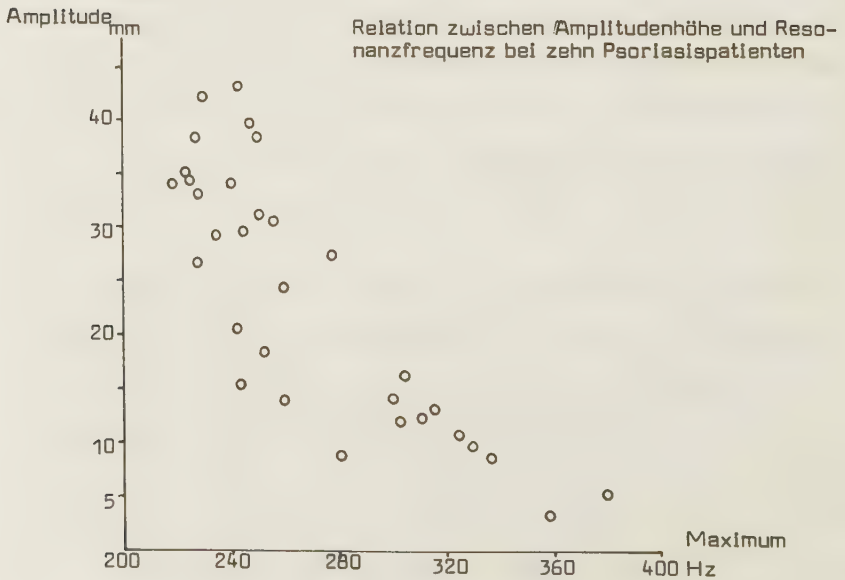


Abb. 12



quenzmaximums und der Amplitude finden ließ. In Abbildung 12 wurden zu diesem Zweck die Amplituden in Millimeter und die Resonanzfrequenzwerte in Hertz von den oben angeführten zehn Patienten gegeneinander aufgetragen. Die Eintragung der Einzelpunkte zeigt, daß für die Resonanzfrequenzwerte über 300 Hertz eine Korrelation zur Amplitude besteht, dagegen besteht sie für den Bereich von 220 bis 300 Hertz nicht.

Die Betrachtung der Amplitude des Resonanzfrequenzmaximums führt zu folgendem Ergebnis:

die Amplitude wird bei der Abheilung der Psoriasis vulgaris höher. Da jedoch, je weiter der Heilungsprozeß unter der Therapie Fortschritte machte, die Schwankungen der Amplitude bei den einzelnen Patienten immer größer wurden, so daß die Korrelation zwischen Amplitude und Resonanzfrequenz (bzw. zum klinischen Befund) abnahm, soll eine neue Größe eingeführt werden, die auch die Plateauphase mit in die Auswertung einbezieht. Es wird damit erreicht, daß die in Abbildung 11 schematisch dargestellten Veränderungen der Kurvenform, im Unterschied zu den Hydratationsversuchen, in ihrer Gesamtheit berücksichtigt werden, in der Erwartung, eine spezifische Größe in die Hand zu bekommen, die mit dem klinischen Befund ebenso gut korreliert, wie die Resonanzfrequenz, die jedoch spezifisch ist für Konsistenzänderungen der Epidermis.

Diese neue Größe soll als Resonanzfrequenzquotient bezeichnet werden: es wird der Quotient aus der Amplitude des Resonanzfrequenzmaximum und der Kurvenbreite in Höhe der halben Amplitude gebildet.

Diese Art der Auswertung berücksichtigt sowohl die Änderung der Amplitude als auch die Plateauphase als Ausdruck der erhöhten Frequenzleitfähigkeit für hohe Frequenzen bei vermehrter Konsistenz der Epidermis. Die Normalwerte des Resonanzfrequenzquotienten an gesunder Haut bei Normalpersonen lagen zwischen 2,0 und 5,0 an nicht befallener Haut, bei Psoriasis vulgaris zwischen 2,0 und 3,0.

Mittelwertverlauf des Resonanzfrequenzquotienten unter der Therapie bei Psoriasis vulgaris

Entsprechend der an Psoriasisherden veränderten Kurvenform, lag der Resonanzfrequenzquotient am Herd erheblich unter den Normalwerten. Es fand sich, daß der Quotient von einem Ausgangswert vor Therapiebeginn von 0,71 kontinuierlich anstieg.

Tabelle 4 Verlauf der Mittelwerte des Resonanzfrequenzquotienten am Psoriasisherd

Zeit	Resonanzfrequenzquotient
Ausgangswert	0,71
1 Woche	1,36
2 Wochen	1,64
3 Wochen	1,84
4 Wochen	2,35

Verlauf des Resonanzfrequenzquotienten am Beispiel von Originalverläufen

Zunächst soll der Verlauf des Resonanzfrequenzquotienten für die Originalverläufe der Abbildungen 8 und 10 dargestellt werden.

Die Originalkurve (Abb. 8) zeigt für den Patienten 1 die Entwicklung der Kurvenform. Dem entspricht das Verhalten des Resonanzfrequenzquotienten: er steigt von 0,26 über 0,31 auf 1,24 innerhalb von zwei Wochen an.

Anders beim Patienten 2 (Abb. 10): hier weist die Kurve der Resonanzfrequenz zu Beginn praktisch kein Maximum auf. Der Resonanzfrequenzquotient ist entsprechend niedrig: er beträgt 0,45. Zunächst verläuft dann die Entwicklung in typischer Weise. Es bildet sich ein deutliches Maximum aus, die Amplitude wird größer bei deutlichem Plateau. Der Resonanzfrequenzquotient steigt entsprechend an auf 0,99. Obwohl dann nach 25 Tagen die Resonanzfrequenz weiter abgefallen ist, sinkt der Resonanzfrequenzquotient

wieder in Richtung Ausgangswert(0,55)ab. Der klinische Befund zeigte bei diesem Patienten eine Besserung des Hautzustandes in Bezug auf die Trockenheit, die Herde waren aber noch als erhabene Hautveränderungen zu tasten.

An diesem Beispiel wird deutlich, daß die Resonanzfrequenz zwei Faktoren erfaßt:

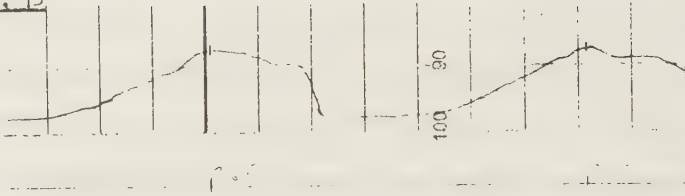
1. den Feuchtigkeitsgehalt und
2. die Konsistenz der Haut.

Die Resonanzfrequenz ist mit 252 Hertz zwar noch stark erhöht, zeigt jedoch eine Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand an, was im wesentlichen durch eine Normalisierung des Feuchtigkeitsgehaltes der Epidermis bedingt sein dürfte. Die Infiltration und damit die Konsistenzveränderung der Haut ist jedoch nach wie vor erheblich, angezeigt durch einen gegenüber dem Ausgangswert unveränderten Resonanzfrequenzquotienten.

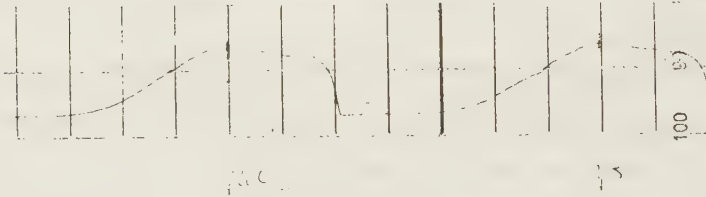
Zwei Beispiele sollen die Aussagekraft der beiden Parameter (Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient) noch weiter präzisieren.

Die Originalkurven des Patienten 3 sind in Abbildung 13 abgebildet. Es handelt sich um die Entwicklung von Kurvenform und Resonanzfrequenz bei Psoriasis vulgaris wie man sie während der Abheilung verfolgen kann: Zunächst bildet sich eine flache kurze Kurve (Plateau) mit kaum erkennbarem Maximum bei 317 Hertz aus, die dann zunächst nur breiter wird: die Resonanzfrequenz verschiebt sich weiter in niedrige Frequenzbereiche (297 Hertz nach 4 Tagen), die Amplitude dagegen bleibt unverändert. Vergleicht man dazu die in Tabelle 5 zusammengestellten Werte von Resoanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient, so sieht man für diesen Zeitraum einen minimalen Abfall des Resonanzfrequenzquotienten (breiteres Plateau bei unveränderter Amplitude). Die Besserung des Hautzustandes, welche sich in einem Abfall der Resonanzfrequenz auf 297 Hertz widerspiegelt, ist bei diesem Patienten auf eine Verbesserung des Hydratationszustandes der Epidermis zurückzuführen, während

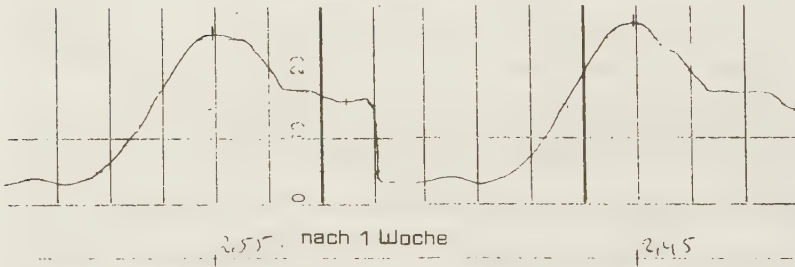
Abb. 13



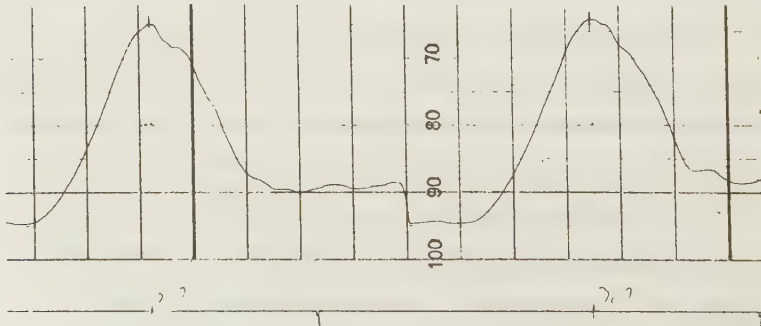
bei stationärer Aufnahme



nach 4 Tagen



nach 1 Woche



nach 2 Wochen

auf die Infiltration nach vier Tagen Therapie noch kein Einfluß ausgeübt werden konnte.

Tabelle 5 Verlauf von Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient bei Patient 3

Zeit	Resonanzfrequenz (Hz)	Resonanzfrequenzquotient
Ausgangswert	316	0,41
4 Tage	297	0,38
1 Woche	278	0,75
2 Wochen	252	1,62

Nach einer Woche Therapie gehen Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient in ihrer Entwicklung parallel: es hat sich ein deutliches Maximum ausgebildet, und die Resonanzfrequenz ist weiter abgesunken. Die Infiltration hat abgenommen (Anstieg des Resonanzfrequenzquotienten). Beide Werte sind gleichsinnig verbessert. Das gleiche Ergebnis ist für die folgende Woche zu verzeichnen, die Kurvenform ähnelt weitgehend einer Normalkurve (Erhöhung des Resonanzfrequenzquotienten) und die Resonanzfrequenz ist noch weiter abgesunken.

Das Ansteigen des Resonanzfrequenzquotienten ist also dann besonders stark, wenn die Plateauphase nicht mehr über die Hälfte der Amplitude reicht.

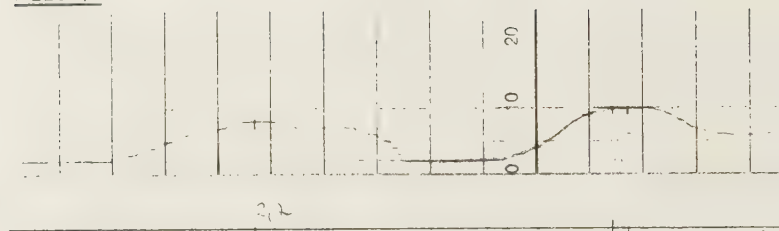
An diesen Beispielen wird klar, daß Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient nicht immer (s. auch Patient 2) in ihrer Entwicklung parallel laufen, d. h. es werden nicht genau die gleichen Hautparameter erfaßt: in die Resonanzfrequenz geht deutlich auch der Feuchtigkeitszustand der Haut ein, während vom Resonanzfrequenzquotienten lediglich Konsistenzveränderungen der Haut erfaßt werden.

Abbildung 14 zeigt demgegenüber wieder Übereinstimmung der Entwicklung von Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient.

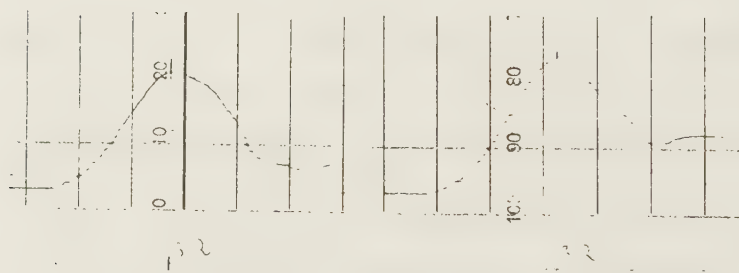
Aus Tabelle 6 geht hervor, daß einem Absinken der Resonanzfrequenz ein

Abb. 14

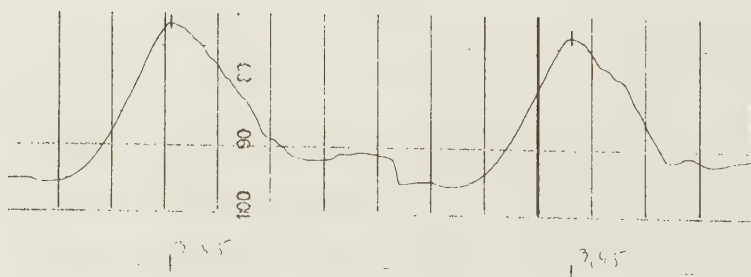
- 34 -



bei stationärer Aufnahme



nach 1 Woche



nach 2 Wochen

Anstieg des Resonanzfrequenzquotienten entspricht. In diesem Beispiel des Patienten 4 verschwindet die Plateauphase sehr schnell, und es haben sich nach sechs bzw. vierzehn Tagen deutliche Maxima bei Annäherung an eine Normalkurve ausgebildet.

Tabelle 6 Verlauf von Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient bei Patient 4

Zeit	Resonanzfrequenz (Hz)	Resonanzfrequenzquotient
Ausgangswert	281	0,18
1 Woche	239	1,0
2 Wochen	234	1,3

Entwicklung der Resonanzfrequenz an Herd und Kontrolle bei chronischem Ekzem am Beispiel von zwei Patienten

Beschrieben wurde bereits, wie sich die Mittelwerte der Resonanzfrequenz bei chronischem Ekzem im Vergleich zur Kontrolle verhalten. Eine differenziertere Betrachtung soll im folgenden durch die Darstellung zweier Originalverläufe geschehen. Hierzu wurden zwei Patienten ausgewählt, die die beiden Pole darstellen, zwischen denen sich die übrigen Verläufe bewegten.

In Abbildung 15 sind die Verläufe beider Patienten gemeinsam dargestellt, wobei auf der Abszisse die Zeit in Tagen und auf der Ordinate die Frequenzänderung in Differenzen zum Ausgangswert in Hertz aufgetragen sind.

Durch diese Auftragsweise wird deutlich, daß einerseits, wie schon bei der Besprechung der Mittelwerte beschrieben, ein Abfall der Resonanzfrequenzwerte unter der Therapie erfolgt, der zu Beginn besonders stark ist. Andererseits wird deutlich, daß beide Verläufe über einen zehntägigen Zeitraum so gut wie deckungsgleich sind. Starker Abfall am Anfang und dann nur noch mäßiges Absinken sind die Charakteristika einer Verlaufskurve beim endogenen Ekzem.

Abb. 15

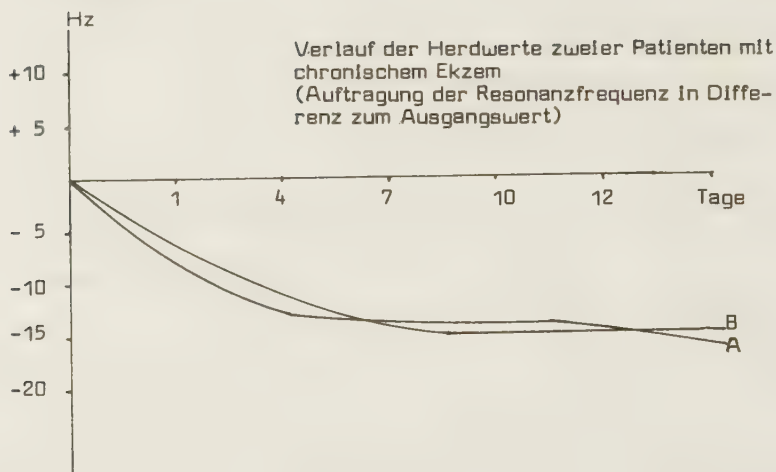
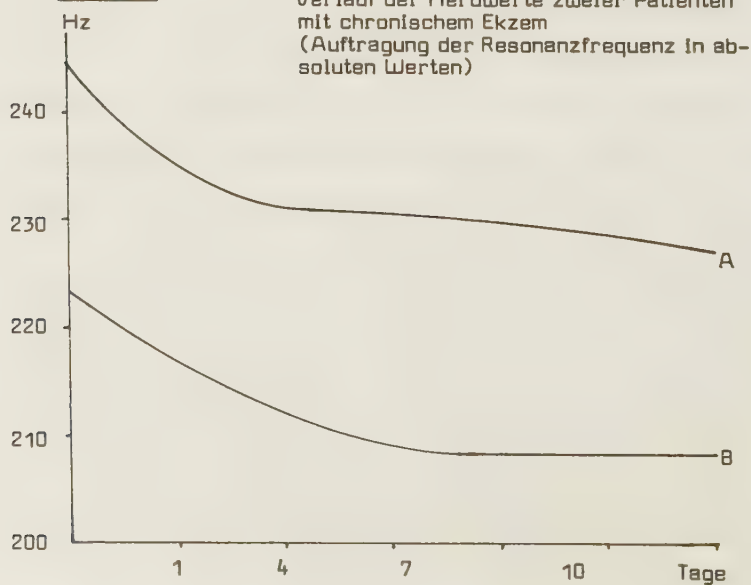


Abb. 16



Betrachtet man dagegen den Verlauf der Herdwerte beider Patienten in absoluten Frequenzen (Abbildung 16), so sieht man, daß Patient A von hohen Werten absinkt (von 244 auf 228 Hertz), während bei Patient B der Ausgangswert mit 223 Hertz fast im Bereich normaler Hautwerte liegt und unter der Therapie auf 208 Hertz absinkt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Steilheit der Kurve, d. h. der Abfall der Resonanzfrequenzwerte unter der Therapie bei den einzelnen Patienten keiner großen Schwankung unterliegt, daß aber die absoluten Frequenzwerte, von denen aus der Abfall erfolgt, sehr verschieden sind.

Die den beiden Graphiken zugrunde liegenden Werte sind in der Tabelle 7 zusammengefaßt.

Tabelle 7 Resonanzfrequenzwerte von zwei Ekzempatienten A/B in absoluten Werten (Hertz), in der zweiten Spalte jeweils der Betrag, um den die Resonanzfrequenz in Bezug zum Ausgangswert absinkt.

Zeit	A (absolute Werte in Hz)	Diff. zum Ausgangsw.	B (absolute Werte in Hz)	Diff. zum Ausgangsw.
Ausgangswert	244	-	223	-
4 Tage	231	- 13	212	- 11
8 Tage	230	- 14	208	- 15
10 Tage	228	- 16	208	- 15

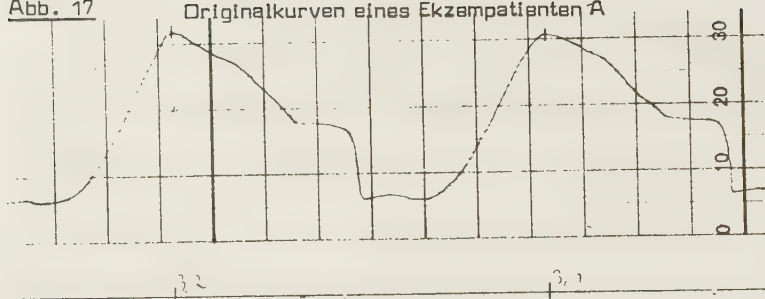
Darstellung der Verläufe der beiden Ekzempatienten A/B an Hand der Originalkurven

Zu dem Patienten mit hohem Ausgangswert gehört eine Kurve, die sich charakteristisch von der unterscheidet, die bei dem Patienten mit niedrigem Ausgangswert zu finden ist. Zwischen diesen beiden Polen sind alle Übergänge möglich.

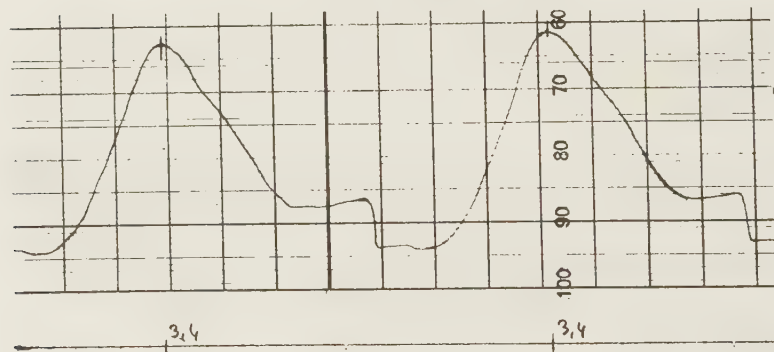
Klinisch handelte es sich bei dem Patienten A um einen schweren Schub eines endogenen Ekzems mit licheninfizierten, erhabenen und trockenen Hautveränderungen.

Abb. 17

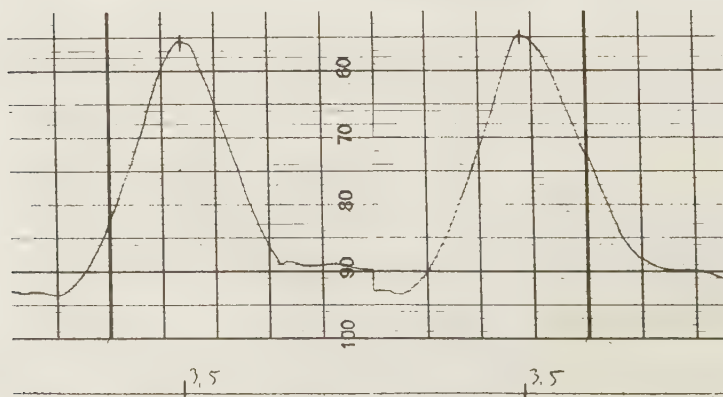
Originalkurven eines Ekzempatienten A



bei stationärer Aufnahme



nach 4 Tagen

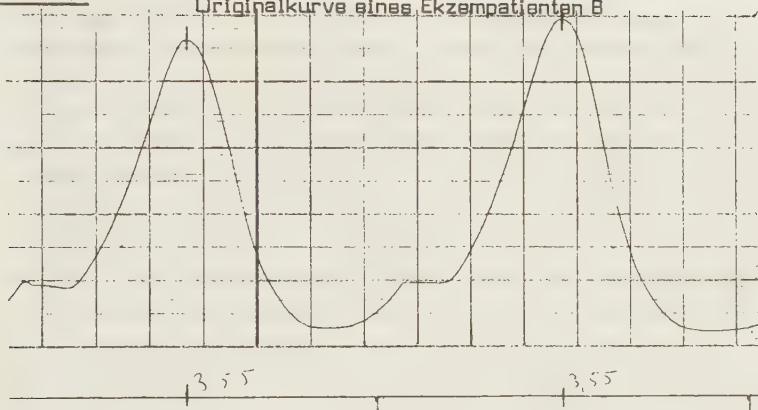


nach 10 Tagen

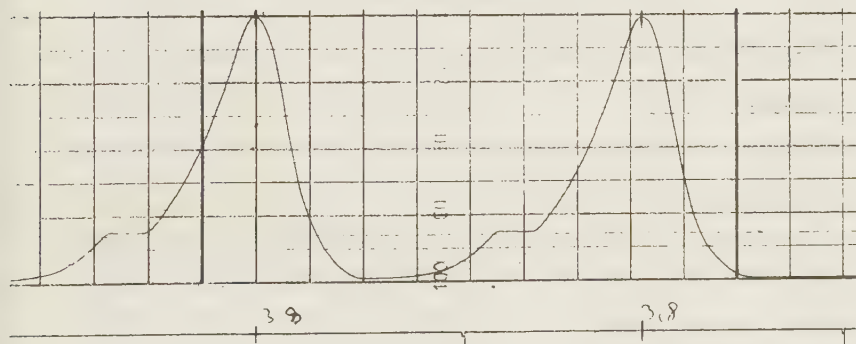
Abb. 18

- 39 -

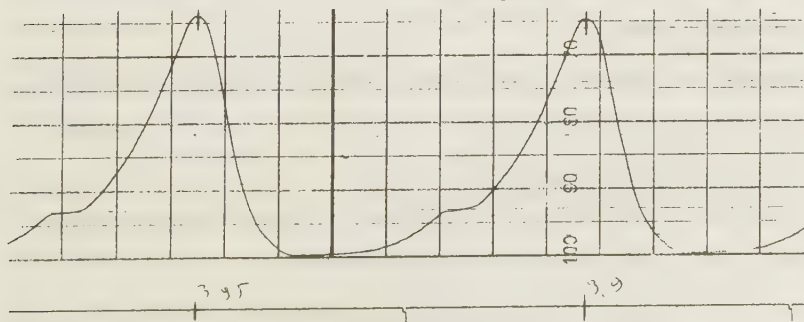
Originalkurve eines Ekzempatienten B



bei stationärer Aufnahme



nach 4 Tagen



nach 10 Tagen

Bei der ersten Messung zu Beginn der Therapie fand sich an der pathologisch veränderten Haut die Kurve in Abbildung 17. Sie zeigt zwischen 400 und 244 Hertz eine Plateauphase mit deutlich ausgeprägtem Maximum bei 244 Hertz. Ab 244 Hertz erfolgt ein steiler Abfall zur Nulllinie. Es besteht also eine verbesserte Leitfähigkeit für die hohen Frequenzen, während die Leitfähigkeit für die niedrigen Frequenzen gegen null geht. Die Amplitude des Maximums ist mit 3,2 cm nur wenig niedriger als an normaler Haut. An der Kontrollstelle fand sich eine nahezu normale Kurve mit einem Maximum bei 229 Hertz. Die Höhe der Amplitude am Maximum betrug 4,2 cm. Unter der Therapie veränderte sich die Kurve an der erkrankten Haut dahingehend, daß sich das Maximum in niedrigere Frequenzbereiche, d. h. in Richtung auf normale Werte (auf 231 Hertz nach 4 Tagen) bewegte, daß sich die Plateauphase erniedrigte und die Amplitude des Maximums sich auf 4 cm erhöhte. An der Kontrollstelle fand sich eine Normalkurve mit einem Maximum bei 209 Hertz und einer Amplitude von 7 cm. Nach 10 Tagen waren die Verhältnisse an der Kontrollstelle unverändert. Am Herd war die Lage des Maximums mit 228 Hertz nur wenig tiefer abgesunken, daß Plateau war jedoch im Sinne einer Besserung nahezu verschwunden.

Die Entwicklung bei diesem Patienten ist also die, daß

1. die Resonanzfrequenz am Herd von hohen Werten in Richtung auf Werte an normaler Haut abfällt,
2. die anfänglich gute Frequenzleitfähigkeit für hohe Frequenzen unter der Behandlung wieder verschwindet,
3. die Höhe der Amplitude zunimmt.

Der Abfall der Kontrollwerte zeigt, daß sich die trockene Haut des Ekzematikers unter der Behandlung ebenfalls normalisiert.

Bei dem zweiten Patienten B war das klinische Krankheitsbild weniger schwer. Wie die Kurven in Abbildung 18 zeigen, konnten sowohl im Herd als auch an

der Kontrollstelle nur normale Kurven aufgezeichnet werden. Es bildete sich kein Plateau aus, und die Höhen der Amplituden waren in allen Kurven, ob Kontrollstelle oder Herd, nahezu gleich. Der Unterschied bestand lediglich in der unterschiedlichen Lage des Resonanzfrequenzmaximum, das an der erkrankten Haut mit 223 um 34 Hertz höher als an der Kontrollstelle mit 189 Hertz war. Es folgte im Herd ein kontinuierlicher Abfall bis auf 208 Hertz (siehe Tabelle 7), an der Kontrollstelle dagegen ein Anstieg auf 212 Hertz. Die Form der Kurven blieb im wesentlichen gleich.

Die Kurven, die man bei der Messung des chronischen Ekzems erhält, zeigen je nach Schwere der Erkrankung entweder lediglich eine Verschiebung des Maximums zu höheren Frequenzen (für die Mehrzahl der Fälle geltend) oder es bilden sich zusätzlich Veränderungen an der Kurve selbst aus, wie Plateaubildung und Veränderung der Amplitude.

Mittelwertverlauf des Resonanzfrequenzquotienten unter der Therapie bei chronischem Ekzem

Beim chronischen Ekzem war zum einen, wie oben dargestellt, die Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximums in höhere Frequenzbereiche und zum anderen die Veränderung der Kurvenform nicht so ausgeprägt wie bei der Psoriasis vulgaris, beides bedingt durch die geringere Infiltration.

Dem entspricht ein Resonanzfrequenzquotient, der beim Ekzematiker schon vor Einsetzen der Therapie größer ist als die Werte beim Psoriasispatienten.

Tabelle 8 Verlauf der Mittelwerte des Resonanzfrequenzquotienten am Ekzemherd

Zeit	Resonanzfrequenzquotient
Ausgangswert	1,27
4 Tage	1,9
8 Tage	1,78
10 Tage	1,84

Der Verlauf dieser Werte zeigt übereinstimmend mit dem klinischen Befund, daß beim chronischen Ekzem zunächst eine Infiltration registriert wird. Im weiteren Verlauf nimmt diese ab (Anstieg des Resonanzfrequenzquotienten), danach stabilisiert sich der Resonanzfrequenzquotient, obwohl klinisch und anhand der Resonanzfrequenz eine weitere Besserung festzustellen ist.

Da das chronische Ekzem sowohl durch Änderungen im Feuchtigkeitsgehalt der Epidermis als auch durch Konsistenzänderungen charakterisiert ist, ist der Heilungsverlauf des chronischen Ekzems eher mit der Resonanzfrequenz als mit dem Resonanzfrequenzquotienten zu verfolgen.

Betrachtet man die in den Abbildungen 17 und 18 dargestellten Originalkurven in Bezug auf den Resonanzfrequenzquotienten, so findet man bei einem stark ausgebildeten Ekzem (deutliche Infiltration mit entsprechender Veränderung der Kurvenform) wie bei Patient A in Abbildung 17 folgenden Verlauf des Resonanzfrequenzquotienten:

Tabelle 9 Verlauf des Resonanzfrequenzquotienten bei dem Ekzempatienten A

Zeit	Resonanzfrequenzquotient
Ausgangswert	1,14
4 Tage	1,6
10 Tage	2,24

Bei diesem Patienten ist die Aussagekraft von Resonanzfrequenz und Resonanzfrequenzquotient gleichwertig. Bei Therapieende liegt der Resonanzfrequenzquotient im Normbereich.

Die Originalkurven des Patienten B (Abbildung 18) sind von Normalkurven in Bezug auf die Form nicht zu unterscheiden. Dementsprechend liegen die Werte des Resonanzfrequenzquotienten während des gesamten Behandlungszeitraumes konstant bei ca. 2,7 (2,7/2,88/2,65), d.h. der Resonanzfrequenzquotient zeigt keine Änderung, während die Resonanzfrequenz im selben Zeitraum kontinuierlich abfällt. Der Therapieerfolg war nur am Abfall der Resonanzfrequenz erkennbar.

Diese Ergebnisse bestätigen, daß der Resonanzfrequenzquotient von Konsistenzänderungen der Epidermis bestimmt wird. Er ist daher beim chronischen Ekzem, welches mehr durch einen veränderten Hydratationszustand im Sinne einer Austrocknung bestimmt ist als durch Konsistenzänderungen der Epidermis, weniger geeignet den Heilungsverlauf wiederzugeben als die Resonanzfrequenz.

DISKUSSION DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Nachdem in den Vorversuchen ein deutlicher Einfluß auf die Resonanzfrequenz durch Veränderungen des Wassergehaltes der Haut nachgewiesen werden konnte, ergaben sich ebenso charakteristische Befunde bei der Messung der chronisch-entzündlichen Hauterkrankungen.

Bei der Psoriasis vulgaris fand sich:

1. eine Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum in hohe Frequenzbereiche
2. eine typische Kurvenform mit verbesserter Frequenzleitfähigkeit für hohe Frequenzen (Plateau ohne oder mit Ausbildung eines Maximum mit erniedrigter Amplitude)
3. eine Veränderung dieser typischen Kurvenform in Richtung auf eine Normalkurve unter der Therapie.

Beim chronischen Ekzem waren die Veränderungen von Resonanzfrequenz und Kurvenform ähnlich wie bei der Psoriasis vulgaris, aber weniger stark ausgeprägt. Es fand sich immer eine Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum zu höheren Frequenzen, die Kurvenform dagegen zeigte große individuelle Unterschiede, die sich zwischen Normalkurven und Kurven mit Plateauphase bewegten. An dieser Stelle ergab sich die Frage, ob diese Form der Kurven

von Konsistenzänderungen der Epidermis verursacht wird (z. B. durch Hyper- und Parakeratose bzw. entzündliche Infiltrate) und ob die Amplitude als Parameter für diese veränderte Kurvenform die Grundlage für einen neuen Auswertungsmodus bilden kann.

Um zu überprüfen, ob die oben angeführten Veränderungen der Kurvenform tatsächlich durch eine erhöhte Konsistenz hervorgerufen werden, soll an dieser Stelle über die Messungen bei zwei Patienten mit länger bestehenden solitären Sklerodermieherden kurz berichtet werden.

Bei der Messung mit dem Resonanzfrequenzgerät zeigte sich, daß die Maxima gegenüber den Ergebnissen an normaler Haut in hohe Frequenzbereiche verschoben waren, und daß sich die typischen Kurvenmerkmale (s. o.) fanden.

Patient 1: 301 Hertz am Sklerodermieherd, Ausbildung eines kleinen Maximums (Amplitude 1,6 cm), Plateauphase. Der Kontrollwert an normaler Haut lag bei 211 Hertz (s. Originalkurven in Abb. 19). Patient 2: keine Ausbildung eines Maximums am Sklerodermieherd, Abfall der Plateauphase (Amplitude 1 cm) bei 365 Hertz, der Wert an normaler Haut lag bei 222 Hertz.

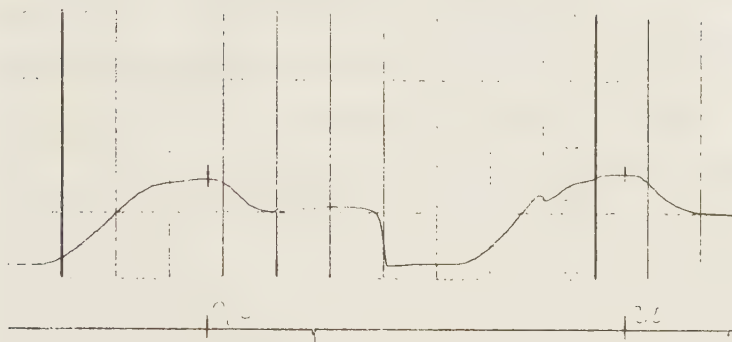
Aus diesen Messungen geht hervor, daß die Veränderung der Kurvenform gegenüber einer Normalkurve durch Konsistenzänderungen der Epidermis hervorgerufen wird.

Da gezeigt werden konnte, daß die Amplitude am Resonanzfrequenzmaximum mit den Konsistenzunterschieden der Epidermis nicht ausreichend korreliert, mußte eine Größe gefunden werden, die gleichermaßen Amplitude und Plateauphase berücksichtigt. Als neuer Auswertungsmodus für infiltrative Prozesse wurde der Resonanzfrequenzquotient eingeführt, als Quotient aus der Amplitude des Resonanzfrequenzmaximums und der Kurvenbreite in Höhe der halben Amplitude.

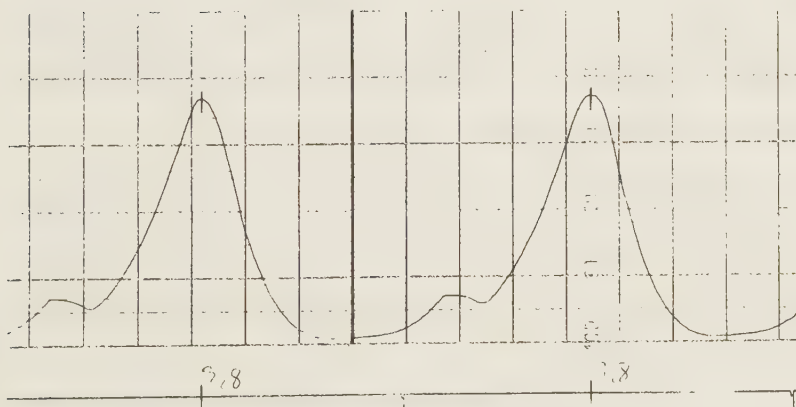
Am Verlauf der Mittelwerte und an Einzelbeispielen konnte gezeigt werden,

Abb. 19

Originalkurven bei Sklerodermie



im Herd



an der Kontrollstelle

daß mit dem Resonanzfrequenzquotienten bei Psoriasis vulgaris und chronischem Ekzem vorwiegend Konsistenzunterschiede der Haut erfaßt werden. Bei diesen Hauterkrankungen traten immer dann Diskrepanzen zwischen dem Verlauf der Resonanzfrequenz und dem Resonanzfrequenzquotienten auf, wenn zusätzlich zu Konsistenzveränderungen eine Veränderung des Hydratationszustandes der Haut zu verzeichnen war. Mit der Resonanzfrequenz werden beide Faktoren erfaßt: Abnahme der Konsistenz und Zunahme der Hornschichthydratation bewirken einen Abfall der Resonanzfrequenz, der Resonanzfrequenzquotient steigt dagegen nur bei einer Erniedrigung der Hautkonsistenz an. Ein besonders starker Anstieg des Resonanzfrequenzquotienten ist dabei immer dann zu verzeichnen, wenn die Höhe des Plateaus unter die halbe Amplitude des Resonanzfrequenzmaximum fällt. Schwankungen der Amplitude, die beim Meßvorgang auftreten, werden durch die Bildung des Resonanzfrequenzquotienten wieder eliminiert, da dann die Breite der Kurve zunimmt. Die Errechnung des Resonanzfrequenzquotienten ergibt somit eine sehr gute Reproduzierbarkeit und damit eine hohe Meßgenauigkeit mit großer Aussagekraft.

Diese Ergebnisse zeigen, daß mit dem ursprünglichen Auswertungsmodus (Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum) sowohl Hydratationszustände als auch Konsistenzunterschiede der Epidermis erfaßt werden. Reine Hydratationsveränderungen der Hornschicht bewirken im Vergleich zu den angeführten Hauterkrankungen:

1. eine nur relativ geringfügige Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum im Vergleich zu der bei entzündlichen Zuständen der Haut (jeweils in Bezug zu dementsprechenden Normalwert). Die Werte schwanken nur um ± 15 Hertz um den Normalwert. Bei der Messung von Psoriasisherden ist die Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum 3 bis 6 mal so groß wie bei Hydratationszuständen.
2. Die beschriebenen Veränderungen der Kurvenform (Plateau ohne Maximum,

Plateau mit sich langsam ausbildendem Maximum) werden an einer normalen Haut, ob trocken oder mit hohem Wassergehalt, nicht gefunden. Sie sind das Charakteristikum bei Erkrankungen, die mit Konsistenzänderungen einhergehen.

Eine zusammenfassende Beurteilung der Resonanzfrequenzmessung kommt zu folgenden Ergebnissen:

1. Veränderungen der Hornschichthydratation werden durch die Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum erfaßt.
2. Veränderungen der Konsistenz der Haut werden durch die Veränderung des Resonanzfrequenzquotienten erfaßt, bei gleichzeitiger starker Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum in hohe Frequenzbereiche.
3. Mit der Resonanzfrequenzmessung und mit dem Resonanzfrequenzquotienten lassen sich der Therapieverlauf bei Psoriasis vulgaris und dem chronischen Ekzem gut verfolgen.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Studie wurde zum einen der Einfluß chronisch infiltrativer Hautveränderungen auf die Frequenzleitfähigkeit der Haut und zum anderen die Möglichkeit, diese Erkrankungen in ihrem Heilungsverlauf zu verfolgen, geprüft.

Mit dem Resonanzfrequenzgerät wurde zunächst die Richtigkeit bekannter Ergebnisse bei unterschiedlichen Hydratationszuständen der Hornschicht bestätigt. Diese Vorversuche waren im Hinblick auf die Messung chronisch infiltrativer Hautveränderungen notwendig, um Interpretationsmöglichkeiten für Veränderungen der Kurvenform und der Resonanzfrequenz zu haben.

Erhöhter Wassergehalt bewirkte eine Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum in tiefere Frequenzbereiche, trockenere Hautzustände das Gegenteil. Mit der Resonanzfrequenzmessung konnte eine überschießende Austrocknungsphase nach Quellung der Haut nachgewiesen werden. Nach Einwirkung einer W/Ö-Emulsion fand sich, daß so der Haut zugeführte Feuchtigkeit länger in den oberen Hautschichten gebunden wird.

Bei den ausgewählten Hauterkrankungen fand sich eine Verschiebung des Resonanzfrequenzmaximum bis über 300 Hertz, außerdem eine Veränderung der Kurvenform, die typisch für Konsistenzänderungen ist: es fand sich eine gesteigerte Leitfähigkeit für hohe Frequenzen, als Plateauphase bezeichnet, und ein nur wenig ausgebildetes Maximum. Diese Veränderungen der Kurvenform werden vom Resonanzfrequenzquotienten erfaßt, der somit einen neuen Auswertungsmodus darstellt und der spezifisch auf Konsistenzänderungen der Epidermis reagiert.

Mit der Messung des Resonanzfrequenzmaximum und des Resonanzfrequenzquotienten konnten Therapieerfolge ebenso wie Rückfälle und Verschlechterungen kontrolliert werden.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BODE, H. G. u.
KORTING, G. W. Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. G. Fischer Verlag Stuttg. 1962, Bd. 1, S. 79 - 86, 112 - 122
2. BURCKHARDT, W. Atlas und Praktikum der Dermatologie und Venerologie. Urban & Schwarzenberg 1972, München, Berlin, Wien, S. 86 - 89, 106 - 110
3. DOERR, W. u.
UEHLINGER, E. Spezielle pathologische Anatomie Bd. 7, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1973, S. 261 - 264, 271 - 279
4. KELLER, PH. Mechanische Eigenschaften der Haut. Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten, Erg.-Bd. 1, 3, S. 1 - 10, Springer Verlag Berlin 1963
5. MURTFELD, K.H. Elastometrie der gesunden und kranken Haut. Dissertation Erlangen 1933
6. SCHNEIDER, W.,
TRONNIER, H. u.
BUSSIUS, H. Exper. Untersuchungen zur Frage der Regeneration der Hautfunktion nach dem Prinzip der Umschlagemulsion in Verbindung mit der Hautreinigung durch ein Waschgel. Arzneimittelforschung 10, 145 - 149, 313 - 318 (1960)
7. SCHNEIDER, W. Die Bedeutung experimenteller Untersuchungen des Lipid- und Wassergehaltes der Haut für die externe Therapie. Derm. Wschr. Bd. 147, Heft 1, S. 1 - 7 (1963)
8. SCHÖNFELD, W. Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten, G. Thieme-Verlag, Stuttgart, 1969, 10. Auflage, S. 42 - 48, 64 - 65

9. STEIGLEDER Dermatologie und Venerologie. G. Thieme Verlag Stuttgart, 1975, S. 57 - 70, 218 - 225
10. STÜTTGEN, G. Die normale und pathologische Physiologie der Haut. G. Fischer Verlag Stuttgart. 1965, S. 18 - 28
11. TRONNIER, H. u. WAGENER, H. H. Über die Frequenzleitfähigkeit der menschlichen Haut. Dermatologica 104, 3, S. 135 - 151 (1952)
12. TRONNIER, H. Zur Wirkung von Salbengrundlagen an der menschlichen Haut. Aesthetische Medizin 11. Jahrgang, Heft 11, S. 350 - 359 (1962)
13. TRONNIER, H. Experimentelle Untersuchungen über die Feuchtigkeitsbeeinflussung der Hautoberfläche. Aesth. Medizin 10. Jhrg. Heft 6, S. 187 - 194 (1961)
14. TRONNIER, H. Über die Konsistenz der normalen und ödematösen Haut. Arch. f. klin. und exper. Dermatologie 228, S. 372 - 384 (1967)
15. TRONNIER, H. u. BUSSIUS, H. Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Quellung und Austrocknung der menschlichen Haut nach Anwendung von Waschmitteln, Fette, Seifen, Anstrichmittel, 5, S. 422 - 427 (1960)
16. TRONNIER, H. Haut und Wasser. Ärztliche Praxis XIII. Jahrgang Nr. 49, S. 2563, 2583 - 2589
17. TRONNIER, H. Über die Quellung und Austrocknung der menschlichen Haut und ihre praktische Bedeutung. Parfümerie und Kosmetik 43, S. 336 - 342 (1962)

18. TRONNIER, H. Zum Einfluß der Lipidextraktion auf die Wasserdiffusion durch die Haut. *destructura et functione stratum epidermidis sive barrierae*. Act. fac. med. Univers. Brunensia, Bd.16, S. 511-515 (1965)
19. TRONNIER, H. und
BUSSIUS, H. Kritische Übersicht zur Frage der Messung der Resonanzfrequenz der Haut unter Berücksichtigung der Auswertung und der Streubreite der Methodik. Arch. klin. exp. Derm., 217, 563-576 (1963)
20. TRONNIER, H. und
WAGENER, H. H. Über den Einfluß von Altersveränderungen auf die Frequenzleitfähigkeit der menschlichen Haut. Hautarzt 5. Jahrgang 7. Heft, S. 312-316 (1954)
21. TRONNIER, H. Zur Messung der Hautoberfläche unter besonderer Berücksichtigung der Beseitigung von Falten, Parfümerie und Kosmetik 39, S. 589-593 (1958)
22. UNDEUTSCH, W. Art und Häufigkeit der histologischen Veränderungen bei Psoriasis vulgaris. Arch. Derm. Res. 257, S. 255-264 (1977)
23. WAGENER, H. H. und
R. SCHUPPLI Über ein neues Verfahren zur Erfassung der Sofortwirkung von Röntgenstrahlen. Strahlentherapie Bd. 112 Heft 4, S. 561-567 (1960)
24. WAGENER, H. H. Zur Frage spezifischer und unspezifischer Reaktionen der Haut auf Röntgenstrahlen. Arch. für klin. und experimentelle Dermatologie 216, S. 319-324 (1963)
25. WAGENER, H. H. und
R. SCHUPPLI Untersuchungen zur Frage des Sofortnachweises biologischer Wirkungen von Röntgenstrahlen. Dermatologica 122: 30-36 (1961)/Dermatologica 126: 246-252 (1963)/Dermatologica 128: 27-34 (1964)

26. WOLF, K.

Spezielle Pathologie, Büchner-Grundmann
Bd. 2, 5. Auflage, München-Berlin-Wien
1975, Urban & Schwarzenberg S. 429-454

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Tronnier für die Überlassung des Themas und für die wohlwollende Betreuung während der Entstehung der Arbeit danken.

Mein Dank gilt auch Herrn Professor Dr. Wagener für seine zahlreichen Anregungen und Ratschläge.

LEBENS LAUF

- 7.3.1951 geboren in Zichow (DDR)
- 1956 Übersiedlung nach Westdeutschland
- 1957-1961 Besuch der Volksschule in Darfeld
- 1961-1964 Besuch der Realschule in Coesfeld
- 1964-1970 Besuch des Gymnasiums in Coesfeld (Staatl. Heriburg-Schule)
- 16.6.1970 Abitur
- WS 1970/1971 Studium von Publizistik, Geschichte und Französisch an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
- SS 1971 Beginn des Medizinstudiums in Münster
- 29.3.1972 Vorphysikum
- 11.10.1973 Physikum
- 27.6.1977 Staatsexamen
- 1977-1978 Medizinalassistentenzeit in der Hautklinik und Unfallklinik der Städtischen Kliniken Dortmund und im St. Johannes-Hospital in Dortmund
- 5.1.1979 Approbation

